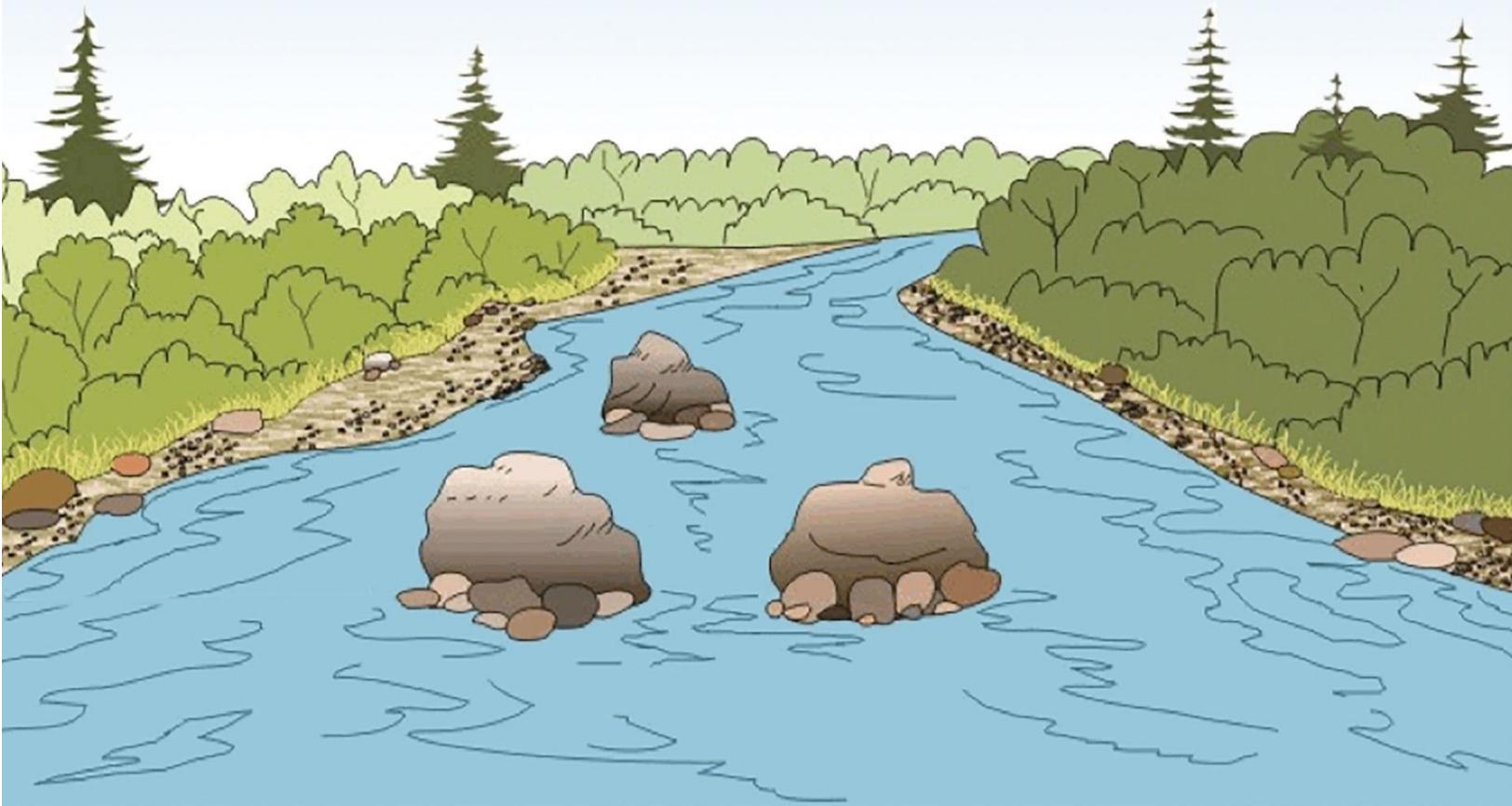




Manuel technique :

Améliorer l'habitat du poisson dans les petits cours d'eau

à Terre-Neuve-et-Labrador



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada,
représenté par le ministre du ministère des Pêches et des Océans 2023
Version papier : N° de cat. Fs114-29/2023F ISBN 978-0-660-42071-4
Version PDF : N° de cat. Fs114-29/2023F-PDF ISBN 978-0-660-42070-7

Publié par :

Pêches et Océans Canada (MPO)
Direction des écosystèmes aquatiques
Programme de protection du poisson et de son habitat
Région de Terre-Neuve-et-Labrador
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Le présent document doit être cité comme suit :

MPO. 2023. *Manuel technique : Améliorer l'habitat du poisson dans les petits cours d'eau à Terre-Neuve-et-Labrador*. St. John's, T.-N.-L. viii + 123 p.

Table des matières

Préface	viii
1.0 Introduction	1
1.1 Organisation du manuel	3
2.0 Processus des bassins hydrographiques	4
3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson.....	6
3.1 Le cours d'eau.....	6
3.2 Habitat du poisson	9
3.2.1 Habitats de type fosse-radier	10
3.2.2 Habitats de type seuil-fosse.....	12
3.3 Concept de continuum fluvial	13
3.3.1 Eaux d'amont	14
3.3.2 Cours d'eau de taille moyenne	15
3.3.3 Grandes rivières.....	15
4.0 Environnement des cours d'eau à salmonidés	16
5.0 Dégradation de l'habitat	20
5.1 Canalisation	20
5.2 Érosion et sédimentation.....	21
5.3 Obstructions	23
5.4 Couvert dans le cours d'eau et sur les berges.....	24
5.5 Résumé.....	24
6.0 Planification des projets	25
6.1 Approche générale.....	25

Table des matières

6.1.1	Liste de contrôle des activités	28
6.2	Sécurité	29
7.0	Exigences réglementaires	31
8.0	Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés	34
9.0	Options d'amélioration des cours d'eau	46
9.1	Enlèvement des débris dans le cours d'eau	46
9.1.1	Objectifs	48
9.1.2	Applicabilité	48
9.1.3	Avantages	49
9.1.4	Inconvénients	49
9.1.5	Lignes directrices/mise en œuvre	49
9.1.6	Suivi et entretien	52
9.1.7	Considérations relatives aux coûts	52
9.2	Plantation de végétation sur les berges du cours d'eau	53
9.2.1	Objectifs	55
9.2.2	Applicabilité	56
9.2.3	Avantages	56
9.2.4	Inconvénients	56
9.2.5	Lignes directrices/mise en œuvre	56
9.2.6	Suivi et entretien	60
9.2.7	Considérations relatives aux coûts	61
9.3	Mise en place de blocs rocheux dans le cours d'eau	61
9.3.1	Objectifs	62
9.3.2	Applicabilité	63

9.3.3	Avantages	63
9.3.4	Inconvénients	63
9.3.5	Lignes directrices/mise en œuvre	63
9.3.6	Suivi et entretien	65
9.3.7	Considérations relatives aux coûts	65
9.4	Obstacles peu élevés	65
9.4.1	Objectifs	67
9.4.2	Applicabilité	67
9.4.3	Avantages	67
9.4.4	Inconvénients	67
9.4.5	Lignes directrices/mise en œuvre	68
9.4.6	Étapes de la construction	69
9.4.7	Suivi et entretien	71
9.4.8	Considérations relatives aux coûts	71
9.5	Couvert dans le cours d'eau	72
9.5.1	Objectifs	73
9.5.2	Applicabilité	73
9.5.3	Avantages	74
9.5.4	Inconvénients	74
9.5.5	Lignes directrices/mise en œuvre	75
9.5.6	Suivi et entretien	77
9.5.7	Considérations relatives aux coûts	77
9.6	Stabilisation des berges	78

Table des matières

9.6.1	Objectifs	79
9.6.2	Applicabilité	80
9.6.3	Avantages	82
9.6.4	Inconvénients	82
9.6.5	Lignes directrices/mise en œuvre	83
9.6.6	Suivi et entretien	86
9.6.7	Considérations relatives aux coûts	86
9.7	Défecteurs	87
9.7.1	Objectifs	88
9.7.2	Applicabilité	88
9.7.3	Avantages	89
9.7.4	Inconvénients	89
9.7.5	Lignes directrices/mise en œuvre	89
9.7.6	Suivi et entretien	91
9.7.7	Considérations relatives aux coûts	91
9.8	Fosses d'aval (ponceaux)	91
9.8.1	Objectifs	92
9.8.2	Applicabilité	92
9.8.3	Avantages	93
9.8.4	Inconvénients	93
9.8.5	Lignes directrices/mise en œuvre	93
9.8.6	Suivi et entretien	95
9.8.7	Considérations relatives aux coûts	95
9.9	Retenue et mise en place de gravier	96

Table des matières

9.9.1	Objectifs	97
9.9.2	Applicabilité	97
9.9.3	Avantages	97
9.9.4	Inconvénients	98
9.9.5	Lignes directrices/mise en œuvre	98
9.9.6	Suivi et entretien	99
9.9.7	Considérations relatives au coût	99
9.10	Autres techniques et combinaisons	100
9.10.1	Enlèvement des grandes obstructions	101
9.10.2	Construction de radiers/fosses	102
9.10.3	Passes à poissons et chenaux latéraux.....	102
9.10.4	Combinaison de techniques.....	103
10.0	Suivi, entretien et documentation	104
10.1	Suivi	104
10.2	Entretien	106
10.3	Documentation	106
11.0	Glossaire	108
12.0	Bibliographie	114
Annexe A	119

Préface

Les présentes lignes directrices constituent une mise à jour de l'ouvrage *Technical Manual for Small Stream Improvement in Newfoundland and Labrador* produit par l'Entente entre le Canada et Terre-Neuve sur le développement de la pêche côtière en 1989 (Buchanan *et al.* 1989). Elles sont également fondées sur une version provisoire plus récente rédigée en 2003. Le chapitre 2 du présent document a été adapté du document *Ecological Restoration of Degraded Aquatic Habitats : A Watershed Approach*, créé par la région du Golfe de Pêches et Océans Canada (MPO 2006). Nous remercions sincèrement tous les auteurs de ces travaux antérieurs.

1.0 Introduction

L'amélioration de l'habitat des cours d'eau peut être définie comme « les activités qui augmentent le nombre de poissons dans un cours d'eau par des mesures techniques » (Clarke *et al.* 2001). Dans son sens le plus large, l'amélioration de l'habitat peut être considérée comme incluant des éléments qui visent à :

- restaurer l'habitat du poisson à un état historique (la restauration);
- créer de nouvelles composantes de l'habitat du poisson, qui n'existent pas actuellement (la création);
- ou modifier l'habitat existant du poisson pour atteindre un état de prédilection (la mise en valeur).

Chacun de ces éléments vise à améliorer la capacité de l'habitat existant du poisson à répondre aux besoins des espèces et communautés de poissons importantes. Cette définition complète de l'amélioration de l'habitat englobe des mesures pouvant être prises pour améliorer les cours d'eau qui pourraient avoir été dégradés par des activités humaines ou en avoir subi les effets, ou des cours d'eau qui pourraient présenter un facteur limitatif naturel tel que des zones limitées d'habitat propice à la fraie ou à l'hivernage.

Le présent manuel a pour but de décrire une diversité de méthodes pour améliorer l'habitat du poisson dans les cours d'eau, ainsi que des lignes directrices sur leur utilisation et leur applicabilité à Terre-Neuve-et-Labrador. Il n'a pas pour objectif de décrire les mesures visant à remédier aux problèmes touchant les grands écosystèmes tels que :

- l'utilisation des terres ou les menaces;
- les régimes d'écoulement modifiés;
- les espèces introduites;
- les changements de la qualité de l'eau.

Le changement climatique est une menace identifiable pour les écosystèmes aquatiques et pour le poisson et son habitat. À Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.), on pense que le changement climatique contribue à des modifications du régime hydrologique et du cycle de l'eau (Conestoga-Rovers et Associates 2015) :

- une plus grande variation de la vitesse des cours d'eau et des niveaux d'eau;
- une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations et des ondes de tempête;

1.0 Introduction

- une augmentation des températures de l'air ambiant et des changements connexes de la température de l'eau;
- une diminution de la couverture de neige;
- une fonte des neiges plus précoce et plus fréquente;
- une élévation du niveau de la mer;
- des inondations et de l'érosion côtières.

Les méthodes d'amélioration de l'habitat permettent d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques et d'inverser ou d'atténuer les impacts passés et actuels, y compris ceux qui peuvent être exacerbés par les effets du changement climatique, ou de s'y adapter. Le gouvernement du Canada a reconnu l'importance de l'amélioration, de la mise en valeur et de la restauration de l'habitat pour :

- soutenir les stratégies d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à celui-ci;
- conserver la biodiversité;
- protéger toutes les espèces d'une région, y compris les espèces en péril.

Le changement climatique doit être pris en compte lors de la conception des travaux d'amélioration de l'habitat, mais aussi lors de l'évaluation des raisons générales de la dégradation des habitats. Tout au long de ce manuel, il convient de garder à l'esprit le changement climatique et ses effets sur les bassins hydrographiques, le cycle de l'eau, ainsi que son impact sur les mesures d'amélioration de l'habitat qui sont décrites. Les effets du changement climatique devraient intensifier les agents de stress anthropiques et rendre plus complexes les efforts d'amélioration de l'habitat du poisson (Edwin 2009; Mulholland *et al.* 1997). Une approche de précaution est essentielle, car il peut être nécessaire de modifier les approches contemporaines pour renforcer la résilience des écosystèmes d'eau douce au changement climatique (Seavy *et al.* 2009).

Historiquement, les initiatives d'amélioration de l'habitat à Terre-Neuve-et-Labrador se sont appuyées sur des critères de conception et de mise en œuvre élaborés dans d'autres régions (par exemple, le Midwest américain et le Nord-Ouest du Pacifique) et pour d'autres espèces (principalement la truite de l'Ouest et les salmonidés du Pacifique). Cependant, depuis 1989, un certain nombre de projets publics d'amélioration et de restauration de l'habitat, parrainés par le gouvernement, ont été entrepris à Terre-Neuve et au Labrador. Le cas échéant, ce manuel intègre les leçons retenues de ces projets.

1.1 Organisation du manuel

Ce manuel est organisé de manière à offrir suffisamment d'informations aux utilisateurs pour leur permettre de comprendre l'historique et le processus d'amélioration de l'habitat du poisson. Il comprend une vue d'ensemble des éléments suivants :

- les processus des bassins hydrographiques;
- la formation des rivières et de l'habitat du poisson;
- la biologie des salmonidés et leurs besoins en matière d'habitat;
- l'environnement des cours d'eau à salmonidés;
- la dégradation de l'habitat du poisson et des considérations générales;
- la planification des projets;
- les exigences réglementaires applicables;
- les options d'amélioration des cours d'eau;
- le suivi, l'entretien et la documentation des projets d'amélioration des cours d'eau.

2.0 Processus des bassins hydrographiques

Un bassin hydrographique est une caractéristique géographique désignant une dépression naturelle ou une zone se déversant dans une seule étendue d'eau (figure 1). Des éléments de cette entité hydrologique sont :

- l'eau de pluie;
- le ruissellement;
- la fonte des neiges;
- les eaux souterraines.

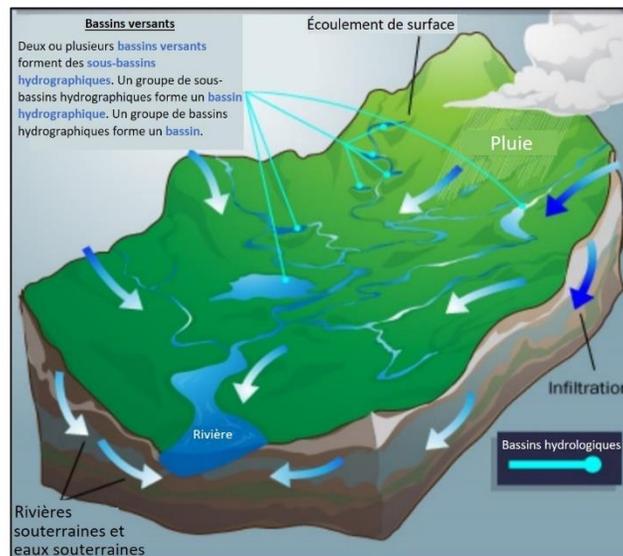


Figure 1. Aperçu des caractéristiques d'un bassin hydrographique

D'autres facteurs tels que le climat, les caractéristiques du terrain, la végétation et l'utilisation des terres influent tous sur la qualité de l'eau et sur sa quantité dans le bassin hydrographique.

La majeure partie de l'eau douce accessible sur Terre est stockée dans de grands lacs; le reste circule de manière dynamique :

- elle s'évapore de la surface de la terre;
- elle est transpirée par les plantes;
- elle tombe sous forme de pluie ou de neige;
- elle s'infiltrate dans le sol;
- elle circule dans les rivières et les lacs;

2.0 Processus des bassins hydrographiques

- et elle finit par retourner dans l'océan.

Ce processus de recyclage continu, qui est si vital pour la vie sur Terre, s'appelle le cycle hydrologique. La figure 2 illustre les différentes composantes du cycle, notamment :

- l'évapotranspiration;
- l'évaporation;
- les précipitations;
- l'interception des précipitations;
- la transpiration;
- la rétention superficielle;
- l'emmagasinement dans les dépressions du sol;
- l'écoulement de surface;
- le ruissellement de surface;
- l'infiltration;
- le ruissellement souterrain;
- l'écoulement hypodermique;
- le chenal de cours d'eau;
- la nappe phréatique.

Bien que le concept soit simple, les nombreuses voies possibles dans le cycle rendent la science de l'hydrologie très complexe.

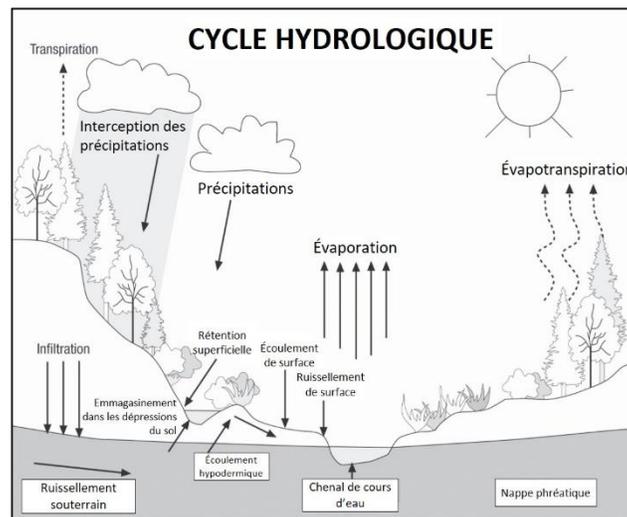


Figure 2. Le cycle hydrologique (ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario et Watershed Science Center 2002)

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

3.1 Le cours d'eau

La forme d'un cours d'eau dépend des nombreux processus physiques qui se déroulent dans un bassin hydrographique. Les cours d'eau sont constitués :

- d'une série de fosses (zones d'eau profonde du cours d'eau);
- de radiers (zones d'eau peu profonde à écoulement rapide, où la surface est percée de graviers et de galets);
- de plats courants (zones d'eau profonde à écoulement modéré à rapide, beaucoup moins turbulentes que les rapides).

Un cours d'eau prend naissance dans la partie supérieure d'un bassin hydrographique, là où le terrain se trouve à une altitude plus élevée. Les petits cours d'eau sont alimentés par des sources, par le ruissellement lors des épisodes pluvieux ou par la fonte des neiges au printemps (par des cours d'eau intermittents ou éphémères). La force de gravité tire l'eau vers le bas, vers le point le plus bas. L'eau qui s'écoule érode l'horizon superficiel, les sédiments, les galets et les graviers et commence à former un chenal. L'interaction et la dynamique de l'écoulement du cours d'eau avec le lit et les berges du chenal le rendent turbulent et, selon la composition des berges et du lit du chenal, provoquent l'érosion du chenal et des dépôts dans celui-ci, formant des configurations de fosses (eau profonde) et de radiers de gravier (matériaux déposés, eau peu profonde). Les fosses se forment à des intervalles d'environ 5 à 7 largeurs de chenal en alternance sur chaque côté, créant un motif en forme de méandre ou de « S » (comme illustré à la figure 3). Leur profondeur et leurs eaux stagnantes offrent un habitat d'abri, tandis que les radiers réoxygènent l'eau grâce à la turbulence et aux débits élevés.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

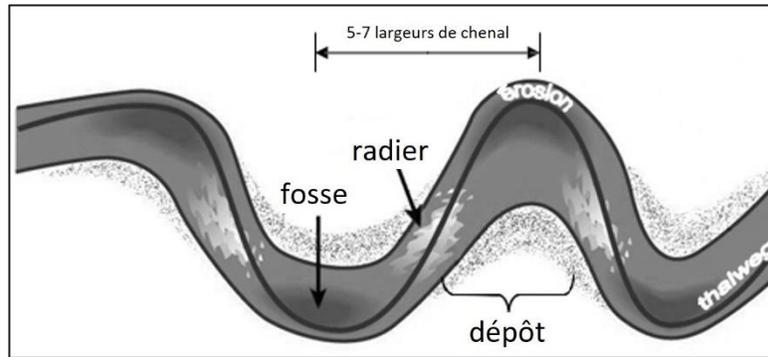


Figure 3. Séquence fosse-radier et caractéristiques d'érosion et de dépôt dans un cours d'eau à méandres (d'après FISRWG 10/1998)

La végétation joue également un rôle dans le développement du chenal. Des herbes et des arbustes poussent le long des bords du chenal, dans les zones qui sont sèches pendant la plupart des mois d'été. Les racines des plantes aident à lier les sols et la végétation se comprime pendant les débits élevés pour empêcher l'érosion. Les forts débits de l'automne et du printemps sont ralentis lorsqu'ils traversent la végétation et déposent le limon, le sable et les graviers qu'ils transportent. Cela permet de construire et de maintenir les berges.

Les arbres, les branches et les racines (grands débris ligneux ou GDL) qui poussent ou tombent dans la rivière à des emplacements aléatoires jouent également un rôle important dans la construction de la structure du cours d'eau et de ses habitats. Dans les rivières dont le lit est composé de graviers et de galets, le débit déplace les grands débris ligneux. Cela permet de nettoyer et de trier les matériaux du lit, car les rondins sont déplacés et encastrés là où les courants de fond sont lents, à la tête et à l'intérieur des fosses. Les rondins encastrés à la tête des fosses établissent le pied des zones de radiers et de plats courants, créant des pentes stables sans que les graviers soient emportés dans les fosses. Les petites branches au fond des fosses offrent une diversité d'habitats et un couvert à toutes les espèces aquatiques. Les racines retiennent les sols sur les berges et permettent les sous-cavages, qui sont importants pour le couvert dans les rivières moyennes à grandes. Elles forment également des barrages bas dans les petits cours d'eau, contribuant à maintenir la profondeur de l'eau et la structure de l'habitat.

Le castor canadien, espèce naturellement présente dans les écosystèmes de Terre-Neuve-et-Labrador, peut également présenter un avantage pour les poissons en créant pour eux un habitat favorable. Les castors ont coexisté et coévolué avec les salmonidés et, bien que considérés comme des animaux nuisibles, ils présentent des avantages écologiques hautement démontrés et publiés (Pollock *et al.* 2004; Rosell *et al.* 2005; Kemp *et al.* 2012; Bouwes *et al.* 2016; Wathen *et al.* 2019). Le castor est désigné comme une « espèce clé » (Duncan 1984; Naimen *et al.* 1986; Mills *et al.* 1993) ou un

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

« ingénieur des écosystèmes » en raison des services qu'il fournit (Thompson *et al.* 2020). Dans le cas des salmonidés, les castors construisent des barrages qui créent des milieux complexes d'alevinage et de repos. Les barrages de castors (figure 4) ralentissent le mouvement de l'eau, créant ainsi des « étangs de castors » qui retiennent les nutriments (litière de feuilles et autres détritiques) qui sont bénéfiques aux premiers stades du cycle biologique des poissons, en particulier les tacons de saumon. Les étangs de castors sont des habitats :

- profonds;
- froids;
- à faible courant;
- riches en nourriture;
- persistants toute l'année.



Figure 4. Barrage de castor construit avec des branches et des rondins tombés

Cet habitat favorise la croissance des poissons pendant les périodes critiques du début du cycle biologique et sert de refuge aux salmonidés adultes. Les castors creusent également des chenaux pour la quête de nourriture (parfois appelés chenaux dendritiques), qui :

- augmentent la surface de l'étang de castors;
- favorisent la croissance de la végétation riveraine;
- offrent un habitat aux espèces aquatiques (y compris les tacons de saumon).

Le saumon atlantique et d'autres salmonidés indigènes ont évolué pour prospérer dans des environnements complexes et diversifiés. L'activité des castors a donc un effet positif net sur la santé et le rétablissement des populations.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

3.2 Habitat du poisson

La diversité de l'habitat est importante pour fournir des composantes clés de l'habitat à tous les stades du cycle biologique d'une population de poissons (Gosse *et al.* 1998). La diversité et la productivité sont maximales lorsque les cours d'eau sont en « stabilité dynamique », c'est-à-dire lorsqu'un cours d'eau atteint un équilibre dans l'érosion et le dépôt de sédiments et conserve ses caractéristiques physiques telles que :

- la pente;
- le rapport largeur/profondeur;
- la composition du substrat.

Les principaux facteurs pour maintenir cette « stabilité dynamique » sont l'intensité et la fréquence des précipitations, ainsi que la végétation riveraine.

Un cours d'eau bordé d'une végétation riveraine saine reçoit normalement un apport régulier et lent de grands débris ligneux provenant de la zone riveraine. Les grands débris ligneux contribuent à maintenir la stabilité du chenal en s'incorporant dans le fond et les berges du cours d'eau. Ils sont également utiles pour créer une diversité d'habitats du poisson en formant un couvert dans le cours d'eau et de petits remous (poches d'eau lente dans le chenal). En se décomposant, les grands débris ligneux fournissent également de la nourriture aux microbes qui sont à leur tour consommés par les invertébrés de type racleur (par exemple, les larves de trichoptères). Certains invertébrés vivent dans les trous et les crevasses des grands débris ligneux. Ces caractéristiques constituent des zones d'alevinage et d'alimentation idéales pour certaines espèces de poissons et font des grands débris ligneux un élément essentiel de l'habitat fluvial.

Les frayères situées au bord des fosses où se trouvent des sources et des suintements, ou à la tête des radiers où l'eau s'infiltré à travers le gravier et sort sur le radier, sont d'autres composantes importantes de l'habitat. Ces habitats reposent sur un équilibre délicat entre les processus d'érosion et de dépôt.

Lorsqu'il est équilibré sur le plan hydrologique et qu'il présente une végétation riveraine abondante, un cours d'eau accueille une multitude d'organismes :

- bactéries et champignons microscopiques;
- phytoplancton et le zooplancton;
- invertébrés aquatiques de plus grande taille;
- poissons prédateurs.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

3.2.1 Habitats de type fosse-radier

Les habitats de type « fosse-radier », tels qu'illustrés à la figure 5, sont des cours d'eau dont le gradient (pente) global est inférieur à 2 % (c'est-à-dire un dénivelé de 2 mètres sur une distance de 100 mètres). L'anatomie du cours d'eau est constituée d'une série de fosses, de radiers et de plats courants qui serpentent à droite et à gauche, affouillant des fosses dans les coudes extérieurs (espacés de 5 à 7 largeurs de chenal). Les habitats présentent une diversité et une productivité optimales lorsque les cours d'eau sont en « équilibre dynamique », les fosses migrant à un rythme mesuré en millimètres ou en quelques centimètres par an, et lorsque le mouvement du lit est minimal et composé principalement de très faibles niveaux de limon et de sable (voir la définition du substrat et les vitesses de transport des matériaux du lit du cours d'eau dans les tableaux 1 et 2).

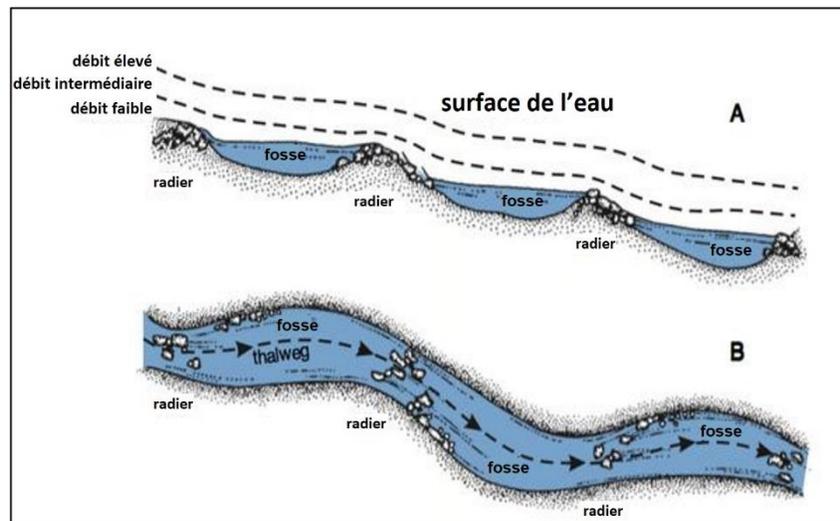


Figure 5. Enchaînement de radiers et de fosses d'un ruisseau montré sur une coupe transversale (A ci-dessus) et vue aérienne (B ci-dessous). Les radiers ont un débit accéléré et surviennent lorsque l'eau est peu profonde et la surface est percée de galets et de cailloux. Les fosses sont les zones plus profondes du ruisseau, caractérisées par un débit calme et silencieux.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

Tableau 1 : Définitions des substrats utilisées pour caractériser l'habitat (échelle de Wentworth modifiée [1922]).

Type de substrat	Description	Fourchette de tailles (diamètre en mm)
Substrat rocheux	Roche solide continue exposée par les forces d'affouillement du cours d'eau.	Continue
Bloc rocheux	Très grosses roches.	> 256,0
Galets	Roches de taille moyenne à grande.	64,0 – 256,0
Cailloux	Des grosses pierres aux petites roches.	4,0 – 64,0
Gravier	Petites pierres.	2,0 – 4,0
Sable	Dépôts de la taille du sable fréquemment relevés au bord des cours d'eau ou entre les roches et les pierres.	0,06 – 2,0
Vase (limon ou argile)	Petites pierres. Dépôts très fins de vase ou de limon sur les bords du cours d'eau, entre les roches et par-dessus d'autres substrats.	< 0,06

Tableau 2 : Vitesses de transport des différents matériaux dans le lit du cours d'eau.

Matériau	Diamètre (mm)	Vitesse de transport (m/s)
Limon	0,005 – 0,05	0,15 – 0,20
Sable	0,25 – 2,5	0,30 – 0,65
Petits cailloux	5,0 – 15	0,80 – 1,2
Grands cailloux à petits galets	25 – 75	1,4 – 2,4
Grands galets	100 – 200	2,7 – 3,9

Les radiers les plus productifs se trouvent sur des pentes terrestres de 1,2 % à 0,8 % et sont constitués de graviers et de galets avec moins de 10 % de sable et de limon (Amiro 1993). Ces radiers sont essentiels pour la production d'invertébrés (nourriture des poissons et des petits oiseaux) et les habitats des salmonidés juvéniles. Sans eux, la productivité des poissons est gravement limitée.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

Les fosses sont de meilleure qualité lorsqu'elles ont :

- une profondeur supérieure à 45 cm en période de faible débit;
- une abondance de graviers et de galets propres sur le fond;
- des berges sous-cavées;
- une végétation en surplomb;
- de gros débris organiques.

Ces fosses fournissent un abri et un refuge à toutes les espèces de poissons, à tous les stades biologiques, pendant les périodes estivales et hivernales de faibles débits. Elles constituent également des lieux de repos et des habitats de fraie et servent de bassins de retenue. À la sortie des fosses, la pente idéale pour la fraie est de 1,8 à 2,4 %. Les saumons adultes ont besoin de fosses plus profondes qu'ils utilisent comme bassins de retenue.

Lorsque les pentes sont plus fortes (plus de 2 %), on remarque beaucoup de radiers et très peu de plats courants ou de fosses. Cet habitat convient mieux aux saumons jeunes et peut être très productif si les débits de base (la partie de l'écoulement fluvial qui est maintenue entre les épisodes de précipitation, alimentant les cours d'eau par des voies différées) sont bons et si les rares fosses sont bien développées et adaptées à la fraie. À mesure que le gradient diminue, on observe davantage de fosses et moins de radiers. L'habitat optimal du saumon est composé à 75 % de radiers et de plats courants et à 25 % de fosses (gradient de 0,75 %). Celui de la truite comprend :

- 50 % de fosses et 50 % de radiers et de plats courants (gradient de 0,5 %)
- des formations seuil-fosse lorsque le gradient est plus élevé.

Les tronçons à plus faible gradient comptent plus de fosses et conviennent bien aux adultes migrants, aux truites brunes et aux meuniers.

3.2.2 Habitats de type seuil-fosse

Les habitats de type seuil-fosse deviennent apparents dans les cours d'eau dont la pente est supérieure à 2 % et dominants lorsque le gradient dépasse 4 %. Les rivières à plus faible gradient (moins de 2 %) présentent toujours la même fréquence de fosses (toutes les 5 à 7 largeurs de chenal), mais le dénivelé entre elles est comblé par de courts seuils au-dessus de roches ou par des rapides avec de longs écoulements sur haut-fond et de courtes fosses. À mesure que la pente augmente, les plats courants disparaissent et on observe une série de chutes sur de gros débris organiques ou des roches dans des fosses, créant un système de type seuil-fosse (figure 6). La fréquence des fosses est seulement d'une largeur de chenal dans les petits cours d'eau et 3 largeurs de chenal dans les plus grandes rivières.

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

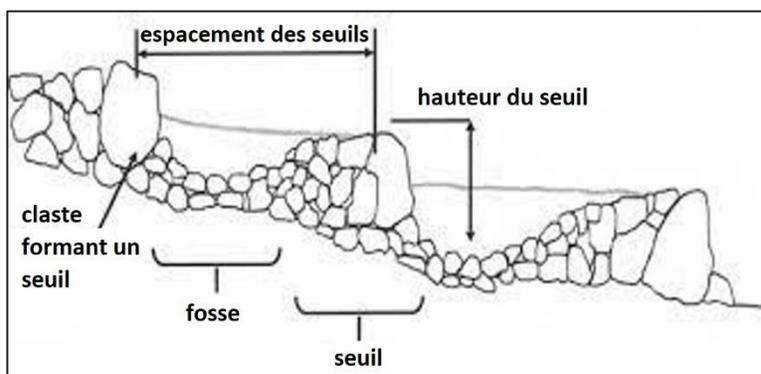


Figure 6. Séquence seuil-fosse

3.3 Concept de continuum fluvial

Le concept de continuum fluvial (CCF) mis au point par Vannote et al. (1980) décrit la structure et la fonction des communautés le long d'un système fluvial, de la source à l'embouchure (figure 7). À mesure que le gradient physique change et que la taille de la rivière augmente, les systèmes chimiques et les communautés biologiques se déplacent et évoluent en conséquence. Cette relation s'appelle connectivité longitudinale. La composition des organismes (p. ex. broyeurs, collecteurs, brouteurs, prédateurs) dans les différentes sections de l'eau change. Les prédateurs, par exemple, dépendent de la disponibilité de leurs proies dans la zone. De même, lorsqu'un fleuve se jette progressivement dans la mer, l'eau devient plus chaude.

Le concept de continuum fluvial classe les tronçons de rivière en 3 catégories selon leur taille (largeur relative du chenal) :

1. les eaux d'amont (ordres 1 à 3)
2. les cours d'eau de taille moyenne (ordres 4 à 6)
3. les grandes rivières (ordres > 6)

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

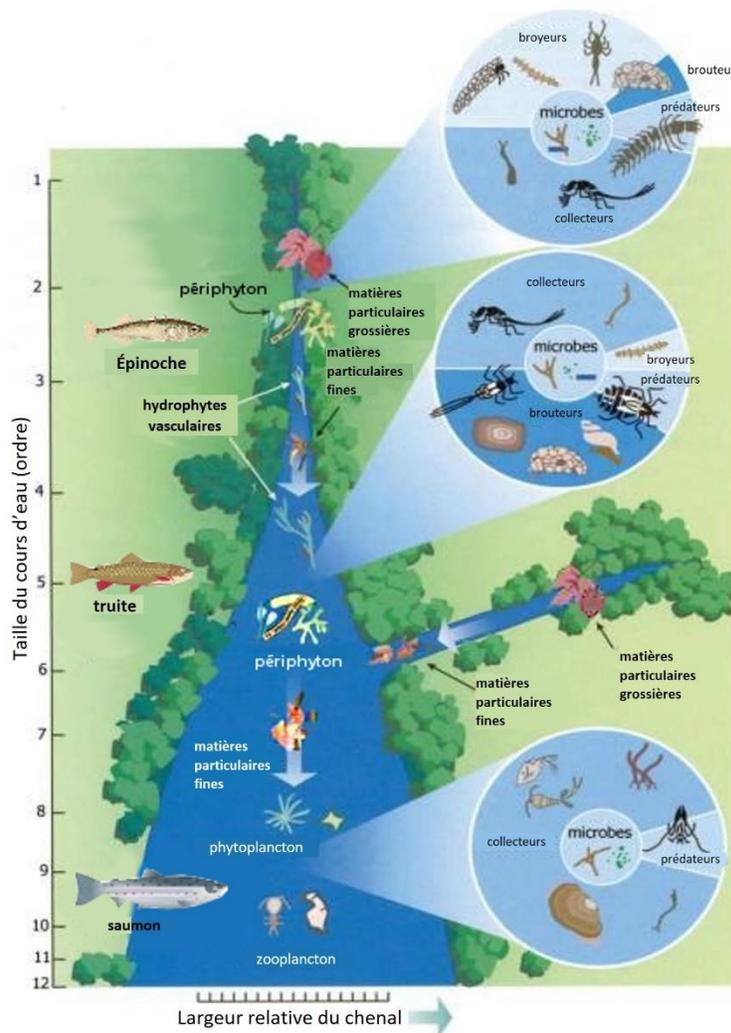


Figure 7. Concept de continuum fluvial (d'après Vannote et al. 1980)

3.3.1 Eaux d'amont

Les arbres fournissent normalement de l'ombre aux petits cours d'eau d'amont, de sorte que la production primaire dans l'eau (la croissance des plantes vertes) est faible en raison de l'absence de lumière solaire directe. Cela signifie que la production d'oxygène dans le cours d'eau est faible, voire inférieure au niveau d'oxygène dont ont besoin les organismes vivants. Le rapport production d'oxygène/respiration est donc inférieur à 1 ($P/R < 1$). Pour leurs besoins énergétiques, ces cours d'eau dépendent des apports terrestres de matières organiques (feuilles, aiguilles de conifères, brindilles, etc.). Afin de transformer ces matières organiques en une forme d'énergie utilisable, les petits cours d'eau abritent une communauté de bactéries et d'insectes de type broyeur (figure 7) qui décomposent ces matières, ainsi qu'une plus petite population d'insectes

3.0 Formation des rivières et de l'habitat du poisson

de type collecteur ou cueilleur qui se nourrissent des algues dérivantes et des matières plus petites décomposées (appelées matières organiques particulaires grossières ou MOPG).

3.3.2 Cours d'eau de taille moyenne

Lorsque la canopée forestière s'ouvre sur des cours d'eau plus larges, on observe des changements dans la production primaire par les plantes vertes qui se nourrissent des nutriments et des quantités accrues de lumière solaire. Les changements dans ces cours d'eau se manifestent par la prolifération de la végétation aquatique et des algues. La production d'oxygène est stimulée au point de surpasser la respiration des organismes vivants ($P/R > 1$). La plupart des matières organiques sont des matières organiques particulaires grossières, de sorte que les invertébrés de type collecteur ou cueilleur sont les plus abondants, suivis par les brouteurs qui se nourrissent du film microbien à la surface des matières organiques en décomposition.

3.3.3 Grandes rivières

Dans les réseaux hydrographiques plus grands, la production primaire est réduite ($P/R < 1$) en raison de la profondeur accrue de l'eau (moins de pénétration de la lumière) et de l'augmentation de la turbidité. La principale source de nourriture ne provient plus de la végétation riveraine ou aquatique. À ce stade, les matières organiques particulaires grossières sont en grande partie décomposées, mais il reste une abondance de matières organiques particulaires fines (MOPF) provenant du traitement en amont des feuilles mortes et des débris ligneux, qui deviennent une nourriture pour les invertébrés de type collecteur ou cueilleur.

4.0 Environnement des cours d'eau à salmonidés

Les salmonidés ne représentent qu'une partie de l'écosystème très complexe des cours d'eau. Ce système est résumé sur le schéma de la figure 8. De manière générale, l'écosystème des petits cours d'eau est alimenté par l'apport de matières organiques d'origine terrestre (par exemple, feuilles et bois en décomposition) qui sont décomposées par des champignons et des bactéries. Les matières en décomposition et les micro-organismes qui y sont associés constituent la nourriture pour les invertébrés aquatiques, en particulier les larves d'insectes. Les larves se nourrissent des matières

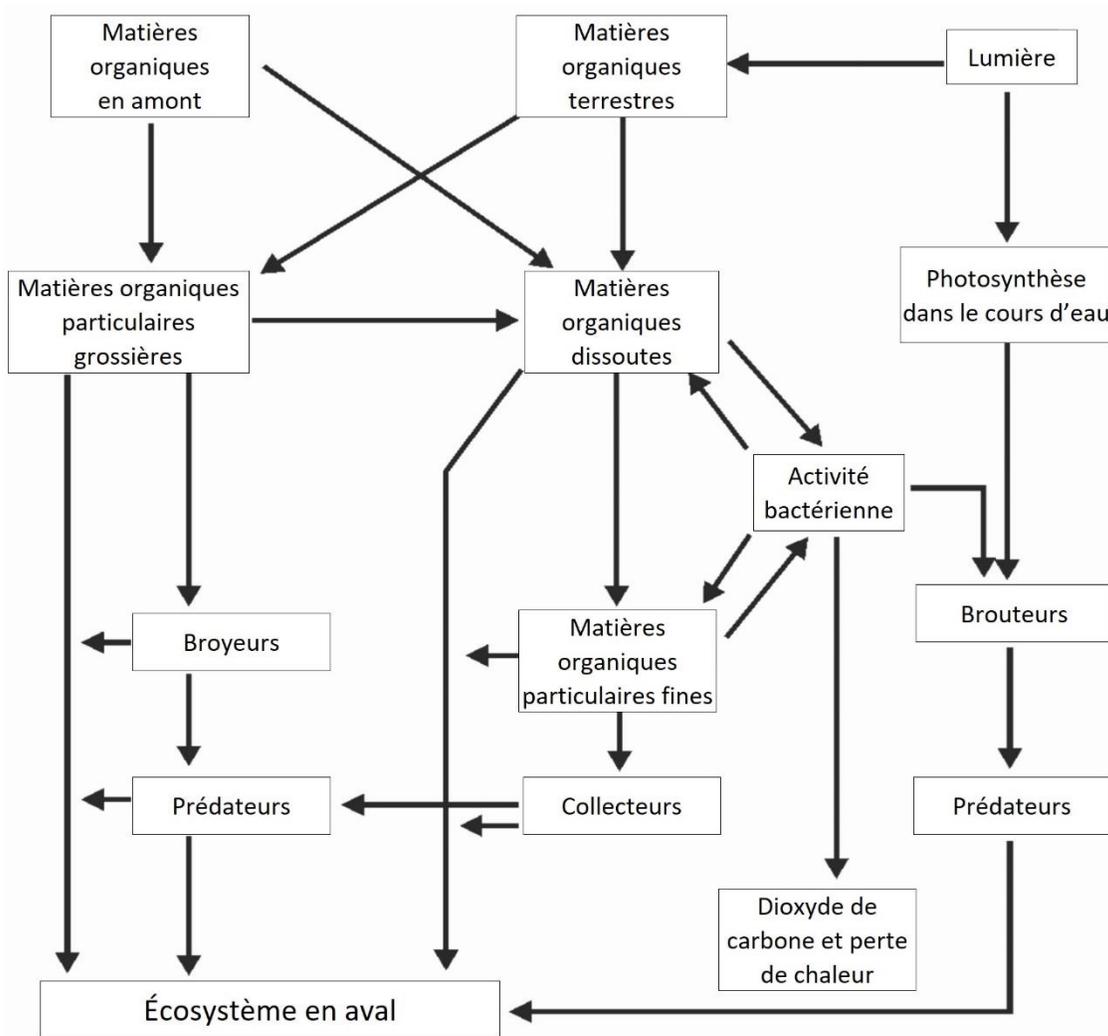


Figure 8. Modèle simple de l'écosystème d'un cours d'eau (adapté de Wetzel 1975)

4.0 Environnement des cours d'eau à salmonidés

de diverses manières et peuvent être classées en fonction de leur type d'alimentation (par exemple, broyeurs, collecteurs, brouteurs).

Les larves d'insectes sont à leur tour consommées par les salmonidés et d'autres poissons. Les algues microscopiques (appelées phytoplancton, dont les diatomées constituent le groupe dominant) peuvent dériver librement dans l'eau ou se fixer à des roches ou à un substrat végétal. Elles peuvent également servir de nourriture pour les invertébrés dans certains cours d'eau, en particulier à la sortie des étangs.

L'environnement d'un cours d'eau à salmonidés se caractérise par un grand nombre de facteurs physiques, chimiques et biologiques.

Les facteurs physiques comprennent des variables telles que :

- la profondeur de l'eau;
- la pente du lit du cours d'eau;
- le type et la rugosité du substrat du fond;
- la largeur de la plaine inondable;
- la zone de drainage;
- la composition et la pente des berges;
- l'apport d'eau souterraine;
- l'écoulement de l'eau;
- la charge sédimentaire;
- la forme du cours d'eau;
- la température de l'eau.

Les variables chimiques importantes sont les suivantes :

- le pH;
- l'oxygène dissous;
- les concentrations de métaux (par exemple, fer, cuivre, mercure, plomb);
- les concentrations de nutriments (par exemple, phosphate, nitrate);
- l'apport de substances polluantes (par exemple, pesticides, pétrole).

Les facteurs biologiques comprennent des éléments tels que :

- les populations de bactéries, de champignons et de moisissures;
- la végétation dans les cours d'eau, y compris les algues microscopiques (formes dérivantes et sédentaires);
- le type et la quantité de végétation sur les berges;

4.0 Environnement des cours d'eau à salmonidés

- les communautés d'invertébrés (par exemple, vers, larves d'insectes, insectes adultes, crustacés);
- les populations de poissons fourrage (par exemple, épinoches, éperlans);
- les espèces de salmonidés;
- les espèces de prédateurs et leur abondance (par exemple, anguilles, brochets, visons, loutres, balbuzards, goélands).

La plupart, sinon la totalité, des composantes physiques, chimiques et biologiques de l'environnement du cours d'eau sont étroitement liées, de sorte que si une variable change, d'autres variables connexes changeront également. Par exemple, la canalisation ou le redressement d'un cours d'eau modifie sa forme, variable physique (voir ci-dessus), qui peut influencer de nombreux autres facteurs en séquence :

- la séquence normale fosse-radier est remplacée par un rapide sur haut-fond rectiligne;
- la vitesse de l'eau augmente;
- l'érosion du lit du cours d'eau augmente, ce qui creuse le chenal et modifie donc la pente des affluents près de leur confluence avec le cours principal;
- la fréquence des inondations augmente en aval; leur gravité peut également augmenter;
- les sédiments affouillés sont déposés en aval, ce qui peut étouffer la végétation dans le cours d'eau, les invertébrés vivant sur le fond et les habitats de fraie des poissons;
- la perte de végétation sur les berges, qui résulte de l'augmentation de la vitesse de l'eau et provoque l'érosion des berges, entraîne des changements dans l'apport des nutriments, la production d'insectes, la température et l'abri des poissons;
- le cours d'eau cherche à atteindre un profil sinueux plus naturel (en forme de « S » avec des fosses toutes les 5 à 7 largeurs de chenal), ce qui peut accroître l'érosion des berges.

Bien que l'exemple ci-dessus soit exagérément simplifié, car d'autres facteurs que ceux décrits pourraient entrer en jeu, il met en évidence la nécessité de comprendre que les changements apportés à l'environnement d'un cours d'eau risquent d'avoir des répercussions complexes pouvant durer de nombreuses années. En raison de la nature interconnectée de l'écosystème d'un cours d'eau, un changement dans une variable peut toucher plusieurs autres variables, dont beaucoup risquent d'avoir des effets directs sur les populations de poissons (par exemple, la composition des espèces, la croissance, la taille, l'abondance). Ainsi, les composantes biologiques telles que la

4.0 Environnement des cours d'eau à salmonidés

La végétation peut également influencer les aspects chimiques et physiques d'un cours d'eau en agissant sur :

- les nappes phréatiques et les débits;
- les apports de nutriments;
- les niveaux d'oxygène;
- la forme du cours d'eau.

Cela est particulièrement vrai pour les petits cours d'eau, où l'impact d'une seule variable est probablement beaucoup plus important qu'il ne le serait dans une rivière plus grande.

L'écosystème des cours d'eau peut être qualifié de dynamique, dans la mesure où il est en constante évolution, chaque changement entraînant d'autres. Les composantes physiques et chimiques du système de cours d'eau ressemblent beaucoup à un système vivant, étant donné qu'elles sont très étroitement liées et en constante évolution.

L'intervention dans un système aussi complexe doit se faire avec une certaine prudence et l'avis d'un expert. Chaque caractéristique suscite une réaction de la part du cours d'eau, qu'elle soit négative à cause de mauvaises pratiques de construction ou positive si les caractéristiques du cours d'eau ont été bien planifiées et réalisées.

En termes généraux, à Terre-Neuve-et-Labrador, un environnement typique de cours d'eau peut être considéré propice à des populations saines de salmonidés s'il réunit les conditions suivantes :

- un pH (mesure de l'acidité et de l'alcalinité) supérieur à 5,0;
- de faibles concentrations de métaux et de polluants
- un taux d'oxygène au niveau ou près du niveau de saturation;
- un apport de nutriments inférieur au niveau où la croissance des plantes aquatiques serait accélérée;
- un débit de base d'au moins 25 % (de préférence > 50 %) du débit journalier annuel moyen;
- une eau relativement claire et des substrats exempts de sédiments fins;
- une diversité des types d'habitats avec un rapport fosse/radier d'environ 1:1 (Thorn 1988) et un espacement typique entre les fosses de 5 à 7 largeurs de chenal (Montgomery *et al.* 1995);
- une diversité des profondeurs de l'eau, des substrats et des types de couverts;
- un système biologique sain qui présente des proportions normales d'invertébrés vivant sur le fond, tels que des mollusques, des crustacés, des larves et des adultes d'insectes.

5.0 Dégradation de l'habitat

Pour améliorer l'habitat du poisson, il est d'abord nécessaire de définir certains des problèmes/symptômes associés à un habitat dégradé. La nécessité d'agir est plus évidente dans les zones qui ont été fortement détériorées par les activités humaines (figure 9).



Figure 9. Chenal et talus fortement impactés à côté d'une route

Voici les zones qui peuvent être clairement définies comme nécessitant des améliorations et dans lesquelles les mesures prises seront probablement efficaces :

- les zones canalisées;
- les berges instables et érodées;
- les obstacles au passage du poisson;
- les zones où la sédimentation a enterré les graviers de fraie;
- les zones où le couvert est insuffisant dans le cours d'eau et sur les berges;
- l'interruption ou la modification artificielle du débit du cours d'eau, qui peut entraver le passage et la migration des poissons et provoquer l'assèchement des frayères.

5.1 Canalisation

La canalisation des cours d'eau est particulièrement néfaste pour l'habitat du poisson, car elle peut :

- accélérer la vitesse de l'eau et l'érosion du lit du cours d'eau;

5.0 Dégradation de l'habitat

- augmenter la taille globale du substrat dans le lit du cours d'eau;
- accroître la fréquence et la gravité des inondations en aval;
- être dépourvue du profil normal des fosses et des radiers.

Les radiers sont essentiels au maintien des populations saines de salmonidés. Les zones canalisées peuvent également être dépourvues de la végétation qui est importante pour la nourriture et l'abri des poissons et de leurs organismes alimentaires (figure 10).



Figure 10. Ruisseau canalisé présentant une perte de végétation

5.2 Érosion et sédimentation

Les particules de sable, de limon, d'argile et de vase présentes dans le substrat du cours d'eau peuvent faire partie de l'état naturel de ce dernier. Cependant, un excès de sédiments, au-dessus des niveaux naturels pendant de longues périodes, risque de remplir les fosses, de diminuer la variation du substrat et de réduire les zones d'habitat utilisables pour de nombreuses espèces de poissons (figure 11). Lorsque les espaces interstitiels entre les plus grandes particules de substrat sont obstrués, ils sont moins propices et, dans certains cas, inutilisables pour les différents stades du cycle biologique tels que la fraie et la croissance des juvéniles. L'excès de sédiments peut également endommager les branchies des poissons et étouffer les œufs pondus dans le substrat.

5.0 Dégradation de l'habitat

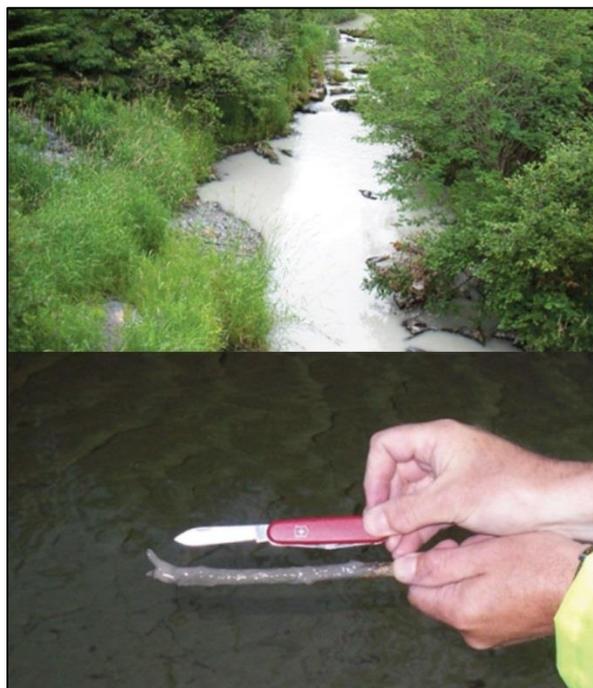


Figure 11. Excès de sédiments dans une rivière (en haut); graviers de fraie enfouis dans les sédiments (en bas)

Les sédiments très fins en suspension peuvent être visibles sous forme d'eau turbide (décolorée) et sont parfois causés par l'érosion du lit ou des berges du cours d'eau (figure 12). Ils sont souvent associés à la canalisation ou à de mauvaises pratiques de gestion des terres et des zones tampons quelque part dans le bassin hydrographique. Étant donné que toutes les espèces de truites, d'ombles et de saumons utilisent les graviers pour la fraie, la sédimentation de la frayère peut constituer un problème très grave, en particulier si l'habitat de fraie disponible est limité dans le cours d'eau.



Figure 12. Sédiments visibles entrant dans un cours d'eau près d'un franchissement de route

5.0 Dégradation de l'habitat

Les zones sujettes à l'érosion peuvent également se caractériser par l'absence de végétation, qui entraîne une perte de nourriture et d'abri. La stratégie consiste alors à prévenir/réduire l'érosion et à empêcher les sédiments de pénétrer dans le cours d'eau.

5.3 Obstructions

Les obstructions au passage des poissons comprennent :

- des ponceaux mal installés;
- des barrages;
- des embâcles;
- des chutes d'eau;
- des glissements de terrain.

Ces obstacles peuvent nuire aux salmonidés anadromes et résidents des cours d'eau, car ils risquent de limiter le déplacement des poissons au-delà de l'obstruction, en particulier vers l'amont (figure 13). Les obstructions limitent souvent la quantité d'habitat disponible. Certaines sont particulièrement nuisibles si elles isolent des types d'habitats importants, tels que les frayères, qui ne sont alors plus accessibles à certaines parties de la population.



Figure 13. Photo du haut : barrage artificiel obstruant la sortie d'un étang. Photo du bas : glissement de terrain obstruant un cours d'eau

5.0 Dégradation de l'habitat

Souvent, les obstacles naturels, tels que les chutes d'eau qui limitent le déplacement vers l'amont des espèces ou des populations en aval, peuvent être un élément important du maintien de la biodiversité dans un écosystème. Les populations et même la composition des espèces peuvent être différentes en amont et en aval d'une chute d'eau naturelle.

5.4 Couvert dans le cours d'eau et sur les berges

L'érosion excessive peut entraîner la réduction ou la perte du couvert des berges (figure 14). L'enlèvement excessif de la végétation sur les berges et des structures dans un cours d'eau, telles que les embâcles, risque de limiter la disponibilité globale des abris pour les poissons juvéniles et adultes et, en conséquence, la capacité de retenue du cours d'eau. La perte de couvert peut avoir d'autres effets, comme la modification des températures de l'eau, une érosion exacerbée et le changement des régimes d'écoulement.



Figure 14. Berge présentant une forte érosion et un débit d'eau altéré

5.5 Résumé

Il est possible d'atténuer les problèmes/symptômes susmentionnés une certaine mesure en :

- éliminant complètement les obstructions artificielles;
- stabilisant et en revégétalisant les berges des cours d'eau;
- installant judicieusement des blocs rocheux et des déflecteurs pour nettoyer et stabiliser les graviers et diversifier l'habitat;
- en mettant en place divers dispositifs de couvert.

Pour sélectionner les techniques appropriées, il convient de considérer l'ensemble du cours d'eau avec toutes ses composantes naturelles et artificielles.

6.0 Planification des projets

Une reconnaissance approfondie du système de cours d'eau et de son bassin hydrographique constitue une partie importante de la planification d'un projet. Renseignez-vous sur le bassin hydrographique et essayez de vous familiariser avec la façon dont le cours d'eau réagit aux conditions suivantes :

- les précipitations et la fonte des neiges;
- les conditions de débit élevé et faible;
- les zones sujettes aux inondations;
- la couverture des terres;
- la végétation;
- le sol;
- les zones humides;
- l'utilisation des terres.

Les informations recueillies auprès de diverses sources permettent de cerner les problèmes et les questions à traiter :

- la cartographie topographique;
- les photos aériennes;
- la visite des sites;
- les connaissances locales.

Une reconnaissance approfondie et détaillée permet de déterminer les solutions de planification.

6.1 Approche générale

L'amélioration réussie de l'habitat d'un cours d'eau doit tenir compte des processus fluviaux, de la géométrie du cours d'eau, de l'hydraulique du site, des processus biologiques et toucher le moins possible la morphologie naturelle du cours d'eau (Frissell et Nawa 1992; Newbury et Gaboury 1993; Beak Consultants 1993; Clarke et Scruton 2003). Lorsque l'on réfléchit à la planification d'un projet, il est important de :

- limiter les efforts à l'amélioration des cours d'eau qui ont été dégradés par des activités humaines ou de ceux qui présentent des obstacles artificiels aux déplacements des poissons;

6.0 Planification des projets

- définir les facteurs qui limitent la production. Demandez conseil à des experts, si nécessaire;
- prendre en compte l'ensemble du système et pas seulement de courtes sections pour déterminer les problèmes;
- viser à établir une diversité de types d'habitats.

Prévoyez d'utiliser des matériaux et des pratiques de construction économiques et respectueux de l'environnement. Vous devez également tenir compte des exigences en matière d'entretien ou de remplacement futurs. Prenez en compte la gestion du cycle de vie. Par exemple, si vous planifiez d'installer des obstacles peu élevés pour améliorer le passage des poissons maintenant, empêcheront-ils leur passage dans 20 ans en raison du manque d'entretien?

Une planification et une conception minutieuses aux étapes préliminaires du projet seront généralement utiles pour :

- obtenir des fonds et des autorisations gouvernementales;
- mener à bien le projet d'amélioration du cours d'eau.

La figure 15, la section 6.1.1 et le tableau 3 présentent un plan suggéré pour le processus de planification d'un projet.

6.0 Planification des projets

Tableau 3 : Sommaire des techniques d'amélioration des cours d'eau recommandées pour les petits cours d'eau à Terre-Neuve et au Labrador.

Problème défini	Solutions proposées						
	Revégétation	Enlèvement des débris	Mise en place de blocs rocheux	Obstacles peu élevés	Fagots de broussailles	Stabilisation des berges	Déflecteurs
Canalisation	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Graviers enfouis	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Érosion des berges	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
Pas de couvert sur le cours d'eau	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non
Pas de couvert sur les berges (ou la zone riveraine)	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
Obstruction (complète ou artificielle)	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non
Obstruction causée par un ponceau	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non
Pas d'habitat de fosse	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui
Déchets	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non

6.1.1 Liste de contrôle des activités

- Consultation et énoncé du problème
 - Définissez les problèmes potentiels
 - Définissez clairement vos objectifs
 - Consultez le MPO et les autres autorités fédérales, provinciales et municipales
 - Consultez les propriétaires fonciers locaux
 - Consultez d'autres groupes d'intérêt ou d'utilisateurs
 - Obtenez l'approbation d'accès
 - Quelles sont les questions de sécurité personnelle et d'environnement à prendre en compte et à traiter?

6.0 Planification des projets

- Reconnaissance et relevé
 - Délimitez et étudiez les caractéristiques, la zone, le débit, la couverture des terres, etc., dans le bassin hydrographique du cours d'eau concerné – comment ces données influencent-elles les objectifs de votre projet?
 - Relevés de référence préliminaires
 - Relevés détaillés du terrain
- Planification et conception
 - Concevez et planifiez les détails de la structure de votre projet
 - Soumettez les demandes de financement
 - Soumettez les demandes de permis
 - Déterminez les besoins en personnel, en équipement et en matériel
 - Planifiez les tâches, les délais et les calendriers
 - Élaborez des plans d'urgence
 - Incorporez un plan de sécurité pour toutes les composantes et tous les aspects du projet
- Construction
 - Organisez les livraisons
 - Assignez les équipes/tâches
 - Mettez en œuvre le plan
 - Travaillez de façon sécuritaire
 - Photographiez toutes les phases du projet
 - Organisez la journée du lendemain
- Entretien et suivi
 - Surveillez à intervalles réguliers ou après des événements de fort débit
 - Effectuez l'entretien requis
 - Documentez toutes les activités

6.2 Sécurité

Dans chacun des aspects d'un projet, la sécurité doit être la première préoccupation. Tenez compte de tous les facteurs liés à la sécurité :

- Assurez une formation à jour sur la sécurité au travail et n'oubliez pas que les bénévoles ont différents niveaux de :
 - forme physique;
 - expérience
 - de l'équipement de construction
 - dans le travail autour de l'eau et dans les rivières
 - connaissance des procédures de sécurité appropriées.
- Pour de tels projets, il convient de prendre des précautions particulières pour :

6.0 Planification des projets

- travailler dans l'eau ou à proximité d'eaux à débit rapide;
 - se déplacer dans des lits de cours d'eau glissants, rocheux ou irréguliers;
 - manipuler des roches et des équipements lourds.
- Préparez un plan de sécurité conformément aux lois, codes et exigences de sécurité fédéraux, provinciaux et municipaux applicables.
- Organisez des séances d'information sur la sécurité pour tous les travailleurs et les visiteurs de votre site de travail .
- Assurez-vous que tous les travailleurs et les visiteurs du site sont correctement équipés, portent les équipements de sécurité requis et sont formés à leur utilisation.

7.0 Exigences réglementaires

À Terre-Neuve-et-Labrador, tous les travaux effectués dans les plans d'eau et à proximité sont régis par les lois fédérales et provinciales. Pêches et Océans Canada conserve et protège le poisson et son habitat en appliquant les dispositions relatives à la protection du poisson et de son habitat de la *Loi sur les pêches*, en combinaison avec les autres lois et règlements fédéraux en vigueur concernant les écosystèmes aquatiques, y compris :

- la *Loi sur les espèces en péril*;
- la *Loi sur les océans*;
- le Règlement sur les Activités d'Aquaculture;
- le Règlement sur les espèces aquatiques envahissantes.

Les dispositions de la *Loi sur les pêches* relatives à la protection du poisson et de l'habitat du poisson font autorité pour la réglementation des ouvrages, entreprises ou activités qui risquent de nuire au poisson et à son habitat. Plus précisément, elles comprennent les deux interdictions fondamentales de mettre en œuvre des ouvrages, entreprises ou activités causant la « mort de poissons, par des moyens autres que la pêche » [paragraphe 34.4(1)] et la « détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson » [paragraphe 35(1)] (MPO 2019).

Lors de la planification et de la mise en œuvre des ouvrages, entreprises ou activités, il est important d'éviter les effets néfastes, notamment la mort du poisson et la détérioration, la perturbation ou la destruction de son habitat. Si les promoteurs pensent que leur ouvrage, entreprise ou activité peut avoir des effets néfastes sur le poisson et son habitat, le Ministère travaillera avec eux pour :

- évaluer le risque que l'ouvrage, l'entreprise ou l'activité proposé entraîne la mort de poissons ou la détérioration, la perturbation ou la destruction de l'habitat du poisson;
- leur fournir des conseils et des directives sur la façon de se conformer à la *Loi sur les pêches* (MPO 2019).

Il peut être nécessaire d'obtenir des autorisations, licences ou permis pour la réalisation de certains ouvrages, entreprises ou activités, notamment lorsque ceux-ci risquent de :

- avoir un impact sur le poisson et son habitat;
- de toucher une espèce inscrite comme étant en péril ou menacée, sa résidence ou son habitat essentiel conformément à la *Loi sur les espèces en péril*;

7.0 Exigences réglementaires

- être mis en œuvre dans une zone de protection marine ou une zone de conservation;
- introduire des poissons vivants dans l'habitat concerné ou transférer des poissons vivants vers ou entre des installations d'élevage de poissons;
- contrôler des espèces aquatiques envahissantes.

Les promoteurs sont invités à communiquer avec le bureau régional du MPO pour s'assurer que toutes les exigences réglementaires en vigueur sont respectées.

Les lois provinciales de Terre-Neuve-et-Labrador régissent également les ouvrages dans les plans d'eau ou à proximité. Les lois provinciales *Environmental Protection Act* (loi sur la protection de l'environnement) et *Water Resources Act* (loi sur les ressources en eau) s'appliquent à toute modification d'un plan d'eau et un permis doit être obtenu auprès du gouvernement provincial.

Dans certaines circonstances, d'autres lois et règlements municipaux, provinciaux ou fédéraux peuvent s'appliquer. Par exemple :

- le gouvernement municipal, la municipalité et les conseils municipaux peuvent exiger que vous obteniez des permis de zonage et de construction pour les ouvrages proposés;
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) exerce un contrôle sur certains contaminants (pétrole, BPC, etc.) et sur les déversements accidentels de substances toxiques;
- si un projet proposé peut avoir une incidence sur des voies navigables ou des terres humides qui sont importantes pour les oiseaux migrateurs, le Service canadien de la faune d'Environnement et changement climatique Canada l'examinera;
- de même, si le projet est susceptible d'avoir des répercussions sur le castor, l'orignal, le caribou ou d'autres espèces sauvages, il pourrait nécessiter un examen par le ministère provincial des Pêches, des Forêts et de l'Agriculture.

En résumé, les ouvrages dans les cours d'eau peuvent nécessiter des autorisations, des licences ou des permis de la part des gouvernements, au niveau fédéral et provincial. Le fait de communiquer avec le MPO, l'ECCC et les ministères provinciaux compétents (par exemple, la Direction des terres et des ressources hydriques de la Couronne) constitue une bonne habitude. Si votre projet se trouve à l'intérieur des limites d'une municipalité ou d'une zone municipale d'approvisionnement en eau, vous devrez également en discuter avec le bureau de la municipalité ou le conseil municipal pour vous assurer que toutes les exigences légales en matière d'environnement soit respectées. Dans tous les cas, il incombe au promoteur de veiller au respect des exigences des autorités fédérales, provinciales et municipales, ainsi que de la législation applicable.

7.0 Exigences réglementaires

La section suivante présente à la fois les activités de construction et les techniques d'atténuation générales visant à réduire ou à éliminer les effets potentiellement nocifs sur le poisson et son habitat pendant les travaux d'amélioration.

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Cette section est consacrée à la biologie des salmonidés et à leurs besoins en matière d'habitat, mais il est reconnu que des espèces autres que les salmonidés présentes dans la province ont une valeur culturelle et économique.

La majorité des espèces d'eau douce pêchées à Terre-Neuve et au Labrador sont des salmonidés. Le terme « salmonidé » désigne toute espèce de poisson de la famille des Salmonidés. Il existe 32 espèces de salmonidés au Canada. Parmi elles, 8 sont présentes à Terre-Neuve et au Labrador :

- le saumon atlantique ou ouananiche (*Salmo salar*);
- l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*);
- l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*);
- le touladi (*Salvelinus namaycush*);
- le grand corégone – y compris la forme naine (*Coregonus clupeaformis*);
- le ménomini rond (*Prosopium cylindraceum*);
- la truite brune (*Salmo trutta*);
- la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*).

Certaines espèces de salmonidés sont difficiles à distinguer, en particulier lorsqu'elles sont jeunes. Les poissons d'eau de mer ou de différents étangs ou cours d'eau peuvent présenter des différences considérables dans la coloration et l'apparence générale. De plus, certaines de ces espèces, comme la truite brune, peuvent se croiser avec le saumon ou l'omble de fontaine et produire des hybrides. Le poisson résultant du croisement de l'omble de fontaine et de la truite brune est appelé « truite tigrée » et peut être assez courant dans la presqu'île Avalon. Le saumon atlantique et l'omble de fontaine sont les poissons d'eau douce les plus courants dans la partie insulaire de la province, tandis que l'omble chevalier joue un rôle important au Labrador.

En plus des salmonidés, d'autres espèces de poissons visés par les pêches récréatives ou de subsistance peuvent être présentes, surtout au Labrador, notamment :

- l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*);
- le grand brochet (*Esox lucius*);
- l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*);
- le meunier rouge (*Catostomus catostomus*);
- le meunier noir (*Catostomus commersoni*);

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

- la lotte (*Lota lota*).

Toutes les espèces de salmonidés susmentionnées, ainsi que les anguilles d'Amérique et l'éperlan arc-en-ciel, sont semblables en ce sens qu'elles ont toutes la capacité biologique de passer de l'eau douce à l'eau de mer, bien que ce ne soit pas le cas de toutes les populations. Les populations qui frayent en eau douce mais migrent dans la mer pour se nourrir sont dites anadromes. Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, les salmonidés résidents des cours d'eau ont des besoins généraux similaires en matière d'habitat :

- un approvisionnement fiable en eau claire, fraîche et oxygénée;
- des graviers propres servant d'abri pour la fraie, sous forme de couvert près des berges et dans le cours d'eau;
- de la nourriture provenant de sources aquatiques et terrestres;
- un mélange d'habitats dans les fosses et les radiers.

Au moment de la fraie, les espèces présentent des différences précises, certaines concernant le type d'environnement où elles peuvent frayer avec succès (cours d'eau d'amont ou haut-fond rocheux dans un lac), d'autres liées aux zones d'alimentation des adultes.

Cette section du manuel donne un bref aperçu de l'éventail des préférences en matière d'habitat aux différents stades du cycle biologique du saumon atlantique/ouananiche, de l'omble de fontaine, de l'omble chevalier, de la truite brune et de la truite arc-en-ciel, d'après des documents de référence propres à Terre-Neuve et au Labrador (voir le tableau 4). La figure 16 présente le cycle biologique généralisé des salmonidés. Dans le tableau 4, les 3 premières espèces ont été mises en évidence, car ce sont les plus pêchées; en fait, c'est pour elles que la plupart des projets de mise en valeur et de restauration sont menés. Les deux dernières espèces sont des salmonidés qui ont été introduits pour soutenir les importantes activités de pêche récréative. Comme elles peuvent faire concurrence aux espèces résidentes, leurs besoins en matière d'habitat sont brièvement décrits.

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

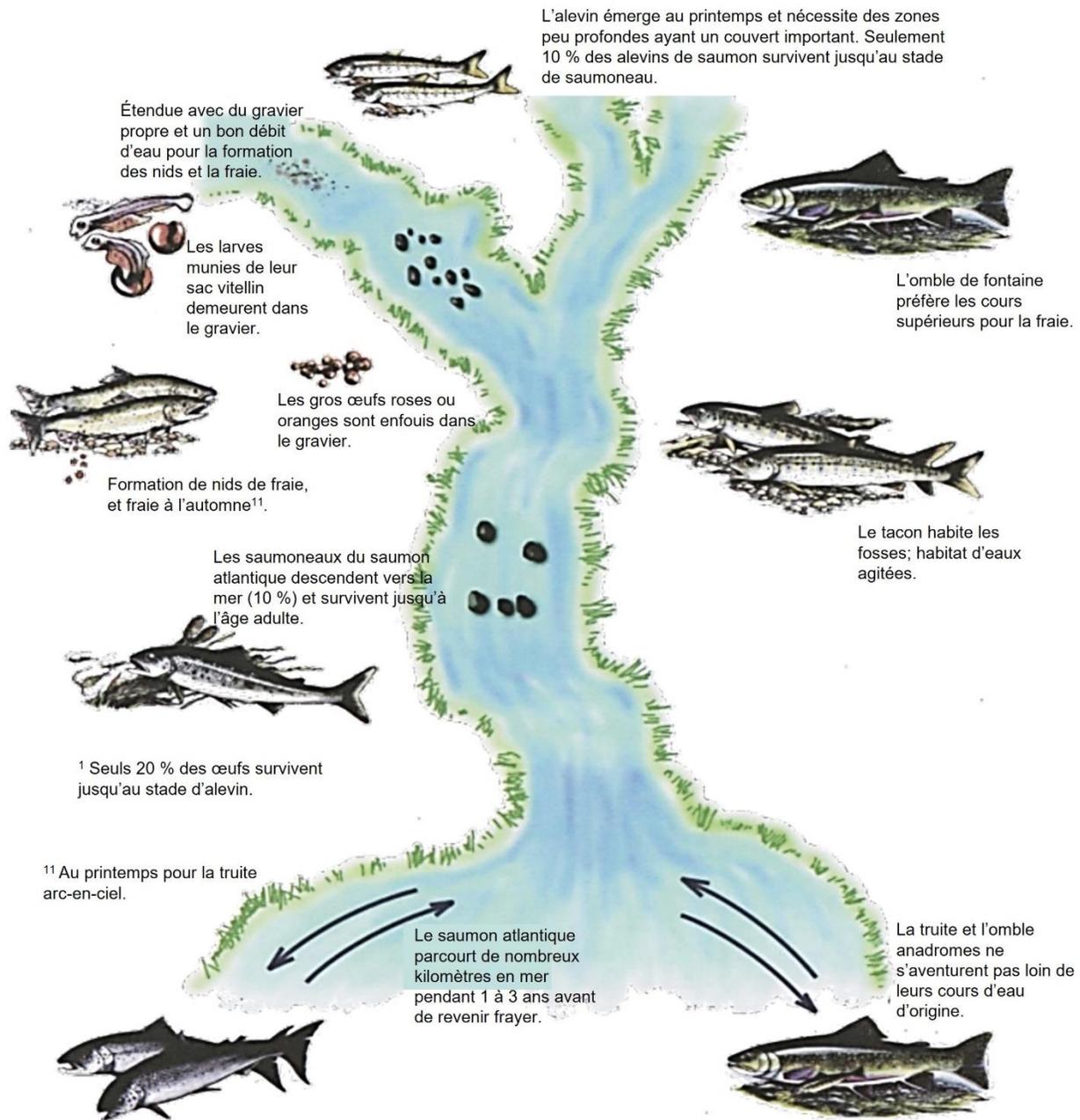


Figure 16. Cycle biologique type et besoins en matière d'habitat d'un salmonidé (tiré de Buchanan et al. 1989)

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Tableau 4. Besoins en matière d'habitat (information tirée d'un tableau repris du manuel technique 2003 de la région de Terre-Neuve-et-Labrador du MPO).

Espèces		Besoins en matière d'habitat (plages de valeurs tirées de la documentation)
Saumon atlantique/ouananiche	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
 <p>Renseignements généraux :</p> <p>La fraie a habituellement lieu entre le 15 octobre et le 20 novembre à Terre-Neuve et entre le 1^{er} septembre et le 31 octobre au Labrador (Scruton <i>et al.</i> 1997). Les nids consistent en plusieurs dépressions de 10 à 50 cm de profondeur où la femelle pond ses œufs (Bley 1987; Calkins 1989). Une fois les œufs pondus et fécondés, la femelle les recouvre d'environ 10 à 25 cm de substrat (Bley 1987).</p> <p>Le nid est normalement un monticule allongé distinctif, composé de gravier relativement propre. L'emplacement optimal d'un nid est une zone peu profonde et graveleuse à l'extrémité d'une fosse où la vitesse de l'eau augmente. Les nids peuvent aussi être situés à la tête d'une fosse, à l'extrémité en aval d'un radier ou dans les zones proches de la remontée des eaux souterraines.</p>	Oeufs	Les œufs restent enterrés dans le nid jusqu'à l'éclosion. En général, l'éclosion a lieu en avril (~110 jours après la fraie, à des températures de l'eau de 3,9 °C). Les œufs peuvent mourir si la température de l'eau dépasse 12 °C (Scott et Crossman 1998).
	Nid	<p>Substrat :</p> <p>Gros graviers/cailloux (de 2,5 à 8 cm de diamètre); peut être enfoui jusqu'à 50 cm de profondeur dans le gravier et recouvert de 20 cm de substrat.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Plages optimales du niveau d'eau : de 15 à 61 cm.</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Vitesse optimale du courant par-dessus le nid : de 15 à 76 cm/s (remontée et plongée des eaux nécessaires pour la réussite de l'incubation).</p>
	Émergence	L'enfouissement profond dans le substrat est considéré comme meilleur pour l'émergence.
	Alevins	<p>Substrat :</p> <p>Les jeunes de l'année ont été associés à des substrats de 0,0062 à 25 cm de diamètre.</p> <p>Le gravier (de 0,2 à 3 cm de diamètre) est considéré comme le substrat qui convient le mieux en été.</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Saumon atlantique/ouananiche (suite)	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
<p>Avant et après la fraie, les adultes peuvent utiliser les fosses à proximité pour se reposer.</p> <p>Les œufs sont incubés pendant l'hiver et éclosent généralement en avril. Les alevins vésiculés nouvellement émergés restent dans le gravier jusqu'à ce que leur sac vitellin soit absorbé (habituellement en mai ou juin). Les alevins émergent du gravier et restent dans les zones de radiers peu profonds près du nid jusqu'à ce qu'ils mesurent environ 65 mm de long.</p> <p>L'habitat typique des juvéniles (tacons) se compose de zones de radiers avec un substrat de gravier ou de galets (Buchanan et al. 1989). Un bon habitat d'alevinage à Terre-Neuve se caractérise généralement par un grand nombre de blocs rocheux où les jeunes peuvent s'abriter.</p>	<p>Alevins (suite)</p>	<p>Les galets (de 6 à 13 cm de diamètre) sont considérés comme le substrat qui convient le mieux en hiver.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Les jeunes de l'année ont été associés à des profondeurs allant de 10 à 70 cm.</p> <p>Profondeur moyenne appropriée pour la densité d'alevins la plus élevée : de 10 à 30 cm (la plage idéale suggérée va de 15 à 22 cm : densités minimales à des profondeurs > 60 cm).</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Vitesse moyenne la plus appropriée pour la densité d'alevins la plus élevée : de 15 à 70 cm/s (la plage idéale suggérée va de 20 à 60 cm/s).</p> <p>Largeur du cours d'eau :</p> <p>Largeur moyenne appropriée du cours d'eau au débit estival minimal pour la production d'alevins : de 0,5 à 4 m.</p> <p>Couvert :</p> <p>Pourcentage de couvert approprié au débit estival minimal pour la production d'alevins : de 0 à 50 % (la plage idéale suggérée va de 0 à 30 %).</p> <p>Pourcentage de couvert approprié pour la production d'alevins (en hiver) : de 60 à 100 % (la plage idéale suggérée va de 75 à 100 %).</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Saumon atlantique/ouananiche (suite)	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
	Tacons	<p>Substrat :</p> <p>Plage de substrat associée de 0,0004 cm – substrat rocheux.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Plage de profondeur de l'eau associée de 10 à 85 cm.</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Vitesses moyennes de l'eau dans la colonne d'eau associées de 0 à 95 cm/s.</p> <p>Température de l'eau :</p> <p>Température appropriée pour une croissance instantanée optimale des tacons : de 11 à 24 °C.</p> <p>Couvert :</p> <p>Pourcentage approprié de couvert dans le cours d'eau (blocs rocheux et/ou ronds) pour une qualité élevée de l'habitat des tacons : de 0 à 68 % (la plage idéale suggérée va de 23 à 62 %).</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Omble chevalier	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
 <p>Renseignements généraux :</p> <p>L'omble chevalier se trouve principalement au Labrador, mais on sait que certaines populations sont présentes à Terre-Neuve dans quelques-uns des lacs les plus profonds, sur la péninsule Northern (Bradbury <i>et al.</i> 1999), ainsi que dans le lac Gander (O'Connell et Dempson 2002), avec quelques populations anadromes. La croissance de l'omble est habituellement très lente, les plus grands poissons étant normalement observés dans les populations anadromes du nord.</p> <p>L'omble anadrome peut migrer dans la mer pour se nourrir pendant l'été, mais il ne s'éloigne pas autant de ses rivières natales que le saumon atlantique (des dizaines de kilomètres plutôt que des centaines) et il ne saute pas aussi bien que le saumon pour franchir les obstacles.</p>	Nid	<p>Substrat : Le substrat optimal de fraie suggéré est composé de divers matériaux entre le sable et les galets. La taille varie donc entre 0,1 et 13 cm.</p> <p>Profondeur de l'eau : Variable, mais habituellement entre 1,5 et 2 m.</p> <p>Vitesse de l'eau : Variable, mais similaire à celle de l'omble de fontaine (de 0,2 à 0,5 m/s).</p>
	Alevins	<p>Substrat : Les jeunes de l'année sont généralement associés à des substrats plus gros, de 6 à 100 cm de diamètre.</p> <p>Profondeur de l'eau : Les jeunes de l'année ont été associés à des profondeurs relativement faibles (< 20 cm).</p> <p>Vitesse de l'eau : Les jeunes de l'année sont généralement associés à des vitesses moyennes <1,0 m/s.</p>
	Juvéniles	<p>Substrat : Taille de substrat associée de 0,004 mm à 100 cm.</p> <p>Profondeur de l'eau : Ils ont été associés à des profondeurs relativement faibles (< 20 cm).</p> <p>Vitesse de l'eau : Ils ont été généralement associés à des vitesses moyennes < 1,0 m/s.</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Ombles de fontaine	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
 <p>Renseignements généraux :</p> <p>L'omble de fontaine est aussi connu localement sous les noms de truite de ruisseau et truite mouchetée. C'est le salmonidé le plus courant dans les cours d'eau et les étangs de Terre-Neuve et un important poisson de consommation et de pêche récréative. Une partie de certaines populations peut migrer dans l'océan, demeurant généralement dans l'habitat estuarien saumâtre.</p> <p>L'omble de fontaine fraie entre le 1^{er} et le 31 octobre sur la partie insulaire de Terre-Neuve et entre le 1^{er} et le 30 septembre au Labrador (Scruton <i>et al.</i> 1997).</p> <p>Les frayères de prédilection se trouvent dans les cours d'eau d'amont frais et clairs contenant du gravier propre et bien aéré, à des profondeurs d'environ 61 cm. La fraie peut également avoir lieu dans les lacs, en particulier dans les zones graveleuses soumises à des remontées d'eau au printemps et à des courants d'eau modérés.</p>	Nid	<p>Substrat :</p> <p>La taille optimale suggérée du substrat pour la fraie va de 3 à 18 cm.</p> <p>La taille optimale suggérée du substrat pour les embryons est de 0,3 à 5,0 cm.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Variable.</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Variable, mais habituellement inférieure à celle du saumon atlantique (remontée et plongée des eaux nécessaires à la réussite de la reproduction).</p>
	Alevins	<p>Substrat :</p> <p>Les jeunes de l'année ont été associés à des substrats de 10 à 40 cm de diamètre.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Les jeunes de l'année ont été associés à des profondeurs allant de 27 à 40 cm.</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Les jeunes de l'année ont été associés à des vitesses focales de 0,5 à 4,3 cm/s (en hiver).</p>
	Juvéniles	<p>Substrat :</p> <p>Taille associée du substrat de 0,004 mm à 1 m.</p> <p>Profondeur de l'eau :</p> <p>Plage des profondeurs de l'eau associées de 40 à 95 cm.</p> <p>Vitesse de l'eau :</p> <p>Vitesses focales de l'eau associées de 4,6 à 17,8 cm/s.</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Omble de fontaine (suite)	Stade biologique	Variable de l'habitat et plage de valeurs appropriée
<p>L'omble de fontaine femelle creuse un nid et y dépose ses œufs. Un mâle est présent, mais les deux sexes chassent les intrus. Certains ombles de Terre-Neuve arrivent à maturité à une très petite longueur (p. ex., de 8 à 15 cm); certains sont précoces, tandis que d'autres sont issus de populations naines.</p> <p>Les œufs éclosent au bout d'environ 100 jours (le moment exact dépend de la température de l'eau).</p> <p>La teneur en oxygène dissous de l'eau qui traverse le nid ne doit pas tomber en dessous de 50 % de saturation pour permettre le développement de l'embryon (Harshbarger 1975). Les jeunes (alevins vésiculés) restent dans les espaces du gravier jusqu'à ce que leur sac vitellin soit absorbé (~38 mm de longueur). Les alevins préfèrent les zones tranquilles et peu profondes des bords d'un cours d'eau et ont tendance à utiliser les fosses davantage que les jeunes saumons. Les juvéniles plus âgés ont tendance à fréquenter les zones de radiers.</p> <p>La tolérance à la température varie entre 0 et 25 °C, bien que l'acclimatation soit nécessaire pour des variations extrêmes. La croissance optimale de l'omble de fontaine se produit entre 11 et 14 °C (Raleigh 1982).</p>		

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

<p>L'habitat optimal de l'omble de fontaine dans les cours d'eau se caractérise par un rapport fosse-radier de 1 :1, une végétation abondante sur les berges, un couvert important dans les cours d'eau, ainsi qu'un débit et des températures de l'eau stables. Le couvert des cours d'eau et les fosses profondes peuvent également jouer un rôle très important pour permettre à l'omble de fontaine de passer l'hiver.</p>		
--	--	--

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Truite brune	Besoins en matière d'habitat
 <p>Renseignements généraux :</p> <p>La truite brune est courante dans la presqu'île Avalon, où des populations de poissons anadromes se sont établies. Dans certaines régions, elle peut avoir tendance à remplacer l'omble de fontaine indigène, car elle tolère mieux certains types de pollution, comme la turbidité accrue et les températures plus élevées de l'eau. Elle a tendance à occuper les tronçons inférieurs du cours d'eau, à croître plus rapidement et à atteindre une plus grande taille et à vivre plus longtemps; elle est aussi plus difficile à pêcher que l'omble de fontaine. La truite brune préfère les berges sous-cavées et les zones herbeuses. Parfois, les poissons les plus gros se cachent dans les herbes des eaux très peu profondes.</p> <p>La truite brune fraye généralement à la fin de l'automne ou au début de l'hiver, plus tard que l'omble de fontaine. Ses œufs sont de couleur ambrée, contrairement aux autres salmonidés dont les œufs sont orange ou roses. Les œufs éclosent habituellement en avril. La truite brune peut produire des hybrides avec l'omble de fontaine (appelés « truite tigrée »), le saumon et la truite arc-en-ciel.</p>	<p>Les besoins en matière d'habitat de la truite brune sont semblables à ceux de l'omble de fontaine.</p> <p>La truite brune est plus tolérante aux températures élevées et peut supporter une plage comprise entre 0 et 27 °C, bien que la température optimale pour sa croissance se situe entre 12 et 19 °C (Raleigh <i>et al.</i> 1986).</p> <p>La truite brune tolère plus difficilement un pH bas que l'omble de fontaine et se trouve normalement dans une plage de pH allant de 5,0 à 9,5 (Raleigh <i>et al.</i> 1986).</p> <p>Elle peut utiliser le même substrat de gravier dans les frayères d'amont que l'omble de fontaine, ainsi que l'habitat dans les tronçons inférieurs.</p>

8.0 Biologie et besoins en matière d'habitat des salmonidés

Truite arc-en-ciel	Besoins en matière d'habitat
 <p>Renseignements généraux :</p> <p>La truite arc-en-ciel est originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord, mais elle a été introduite dans de vastes régions de l'est du Canada, y compris à Terre-Neuve. Les populations anadromes sont connues sous le nom de saumons arc-en-ciel et sont des poissons de pêche sportive très recherchés.</p> <p>Originaires du continent, les truites arc-en-ciel ont été introduites à Terre-Neuve en 1887. Elles ont été transplantées à divers endroits de la province au fil des ans et se trouvent maintenant dans de nombreux réseaux hydrographiques de la partie insulaire de la province. Elles préfèrent généralement l'eau plus libre et plus rapide que l'omble de fontaine de taille égale.</p> <p>La croissance et la taille maximale sont très variables et dépendent des conditions environnementales. La truite arc-en-ciel ne vit pas particulièrement longtemps (environ 6 à 8 ans).</p>	<p>Les adultes de Terre-Neuve préfèrent l'habitat lacustre (lacs clairs, froids et profonds) à l'habitat fluviatile, sauf pendant la période de fraie. Des affluents ou des émissaires des cours d'eau avec des zones de radiers à fond de gravier sont normalement nécessaires à la fraie. Les jeunes truites arc-en-ciel passent normalement dans l'habitat lacustre pendant la première saison de croissance ou après l'hivernage dans leur cours d'eau natal.</p> <p>La truite arc-en-ciel fraie habituellement au printemps, et ses frayères de prédilection sont des lits de fin gravier dans des radiers en amont d'une fosse.</p> <p>Les populations lacustres semblent avoir besoin d'affluents pour frayer avec succès.</p> <p>La période de développement des œufs dépend fortement des conditions locales, mais les œufs éclosent normalement en 4 à 7 semaines environ. Les alevins vésiculés ont besoin de 3 à 7 jours supplémentaires pour absorber le vitellus avant de pouvoir nager librement.</p>

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

Il est conseillé aux promoteurs de consulter le MPO avant d'entamer un projet afin d'obtenir des conseils spécifiques pour éviter et atténuer tout impact involontaire sur le poisson et son habitat. L'acceptation d'un projet d'amélioration de l'habitat par le ministère ne libère pas le demandeur de l'obligation d'obtenir la permission d'autres organismes de réglementation (par exemple, fédéral, provincial ou municipal) ou de se conformer à leurs exigences. Cela s'applique aux sections suivantes, qui détaillent les différentes options d'amélioration.

9.1 Enlèvement des débris dans le cours d'eau

L'enlèvement des débris est probablement l'une des plus anciennes techniques d'amélioration des cours d'eau. Cette technique trouve probablement son origine dans le désir des humains de maintenir le libre passage du poisson, de nettoyer après les activités d'exploitation forestière, d'atténuer les inondations et de « garder les choses en ordre dans leurs cours d'eau à truites favoris ». Dans les grands réseaux hydrographiques, une pression considérable a été exercée au fil des ans pour maintenir le libre passage des embarcations.

Dans le passé, l'enlèvement des débris, qui consistait à retirer les chicots et dégager les cours d'eau, était très répandu dans certaines régions d'Amérique du Nord (figure 17). Cependant, cette activité peut diminuer la complexité de la structure et de l'habitat des cours d'eau, entraîner la canalisation de l'écoulement et, en fin de compte, modifier la profondeur de l'eau, la vitesse du courant et la taille du substrat des cours d'eau.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 17. Débris d'arbres tombés dans le cours d'eau et autres matières organiques bloquant un cours d'eau

Au cours des dernières décennies, les biologistes des pêches ont pris conscience que la chute des arbres de la zone riveraine est un processus important pour le maintien d'un cours d'eau productif et sain pour les salmonidés. Les chercheurs ont constaté que les grands débris ligneux constituent un élément structurel significatif, car ils maintiennent la sinuosité régulière du cours d'eau et la profondeur du chenal et créent des fosses et des radiers (Keeley et Slaney 1996). On pense également qu'ils fournissent une protection contre les prédateurs dans les cours d'eau et améliorent le substrat pour la croissance des invertébrés aquatiques. Des études ont également montré une certaine corrélation entre la présence accrue de grands débris ligneux et l'abondance des poissons (Fausch et Northcote 1992).

Il est important de se rappeler que les arbres tombés, les rondins et les débris de bois sont naturellement présents dans les cours d'eau et sont des éléments essentiels de l'écosystème des cours d'eau (figure 18). Les cours d'eau ne sont pas nécessairement ordonnés et contiennent souvent des assemblages hétéroclites d'objets tels que des rondins, des blocs rocheux, des débris ligneux et des plantes qui contribuent à la diversité des vitesses de l'eau et de la topographie du substrat.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 18. Débris sains typiques dans un cours d'eau (principalement des arbres tombés et des chicots de branches qui ne bloquent pas complètement le cours d'eau)

Il convient donc de réduire l'enlèvement des débris d'origine naturelle dans les projets d'amélioration. En fait, la gestion des grands débris ligneux dans les cours d'eau ne nécessite pas leur retrait. Par exemple, les arbres ou les chicots qui ne constituent pas des obstructions complètes doivent être laissés en place ou, si nécessaire, réorientés dans le lit du cours d'eau.

La technique est cependant toujours précieuse dans certaines circonstances.

9.1.1 Objectifs

Les principaux objectifs de l'enlèvement des débris sont les suivants :

- enlever les matériaux artificiels inesthétiques ou polluants;
- maintenir le libre passage des salmonidés anadromes et résidents des cours d'eau jusqu'aux zones de fraie, de croissance et d'alimentation en amont
- restaurer les zones forestières précédemment exploitées à un état plus naturel
- encourager l'affouillement naturel du limon et des débris organiques accumulés

9.1.2 Applicabilité

La technique s'applique en cas de grandes quantités de déchets artificiels ou d'obstruction complète du passage du poisson causée par des embâcles de débris ligneux, de matières organiques ou de sédiments fins. Les barrages inopérants construits par des castors ou des humains pourraient également entrer dans cette catégorie, mais des recherches récentes ont montré qu'il est rare que les barrages de castors bloquent complètement le passage des salmonidés. La contrainte primordiale liée à cette technique, ainsi qu'à toutes les techniques traitées dans ce manuel, est que les avantages apportés par l'action doivent dépasser les effets néfastes potentiels. Par exemple, si l'enlèvement d'une obstruction entraîne le rejet de grandes quantités de sédiments fins qui se déposent sur le gravier de fraie en aval, cet enlèvement peut être plus préjudiciable que bénéfique à l'habitat du poisson.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

L'enlèvement des débris peut toutefois être justifié si un petit cours d'eau est devenu lent et étouffé par des débris organiques et du limon à la suite d'activités de construction ou d'exploitation forestière et qu'il n'abrite donc pratiquement plus de salmonidés.

9.1.3 Avantages

La technique présente l'avantage d'éliminer les matériaux artificiels inesthétiques et potentiellement polluants. Les poissons peuvent être blessés par des véhicules ou des machines abandonnés sur les berges ou dans l'eau. Ces machines peuvent libérer des toxines comme des métaux, des fluides hydrauliques, des lubrifiants et du carburant. Les ordures et les déchets peuvent aussi détériorer sérieusement la productivité des habitats fluviaux.

Le retrait d'obstructions complètes est bénéfique aux salmonidés migrateurs qui ont alors un accès normal ou accru aux zones de fraie et d'alimentation. Il est également probable que les poissons résidents bénéficieraient aussi d'un accès accru aux zones d'alimentation, d'abri pendant les faibles débits, de fraie et d'hivernage.

9.1.4 Inconvénients

L'enlèvement des embâcles, des souches et des débris peut entraîner le rejet soudain de sédiments fins et de matières organiques qui pourraient être transportés en aval. Dans certaines zones, des obstacles naturels complets séparent des espèces qui, autrement, se feraient concurrence au détriment de l'une d'elles. Ces obstacles pourraient maintenir une biodiversité supplémentaire dans le système. La technique peut également nécessiter l'utilisation d'équipements coûteux tels que des tronçonneuses, des treuils et des engins lourds. La sécurité est également une préoccupation majeure lors de l'enlèvement des débris. Un entretien de routine peut également s'imposer si la source des débris est toujours présente.

9.1.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Procédez à un relevé du cours d'eau afin de sélectionner les sections où enlever les débris
- Enlevez tous les déchets d'origine humaine afin de créer un environnement naturel dans le cours d'eau, y compris les grands débris ligneux provenant des opérations forestières
- Retirez uniquement les débris ligneux qui, associés aux sédiments, obstruent complètement le déplacement des poissons
 - En cas de doute, consultez un expert

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Le matériau obstruant (comme un arbre) peut être laissé dans un cours d'eau, mais repositionné le long de la berge de façon à ce que le tronc soit parallèle à l'écoulement
- Veuillez noter qu'il est illégal d'enlever des barrages de castors actifs à Terre-Neuve et au Labrador. Communiquez avec les autorités provinciales compétentes en matière de faune pour vous assurer que tous les travaux sont légaux et qu'ils ont été effectués avec tous les permis applicables
- Les débris ligneux qui offrent un abri ou un couvert aux poissons ou qui contribuent à la diversité des composantes de l'habitat dans un cours d'eau (par exemple, affouillement des fosses) doivent être laissés en place
 - Les principales zones de couvert pour les salmonidés se trouvent à l'extérieur des méandres
 - Les enlèvements partiels sont souvent plus efficaces que les enlèvements complets
- Les arbres tombés en travers d'un cours d'eau doivent être taillés ou enlevés s'ils créent un barrage ou une dérivation du cours d'eau, ce qui peut accroître l'érosion et la sédimentation en aval (figure 19)



Figure 19. Embâcle naturel dans un cours d'eau. Remarquez comment il a accumulé des roches et des débris

- Limitez les activités à un tronçon de cours d'eau relativement court (100 m) à un moment donné
 - Commencez les activités à l'extrémité aval et travaillez vers l'amont
 - Si vous travaillez vers l'aval, vous risquez d'aggraver les obstructions plus bas
 - Vous risquez également de perturber temporairement les sédiments et donc de réduire la clarté de l'eau, ce qui rend l'enlèvement plus difficile et dangereux

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- En général, l'enlèvement des débris doit commencer au centre du cours d'eau et progresser vers les berges
 - Évitez d'utiliser des scies électriques dans l'eau, car cela peut être extrêmement dangereux en raison des roches glissantes, et parce que l'huile de la chaîne risque de contaminer le cours d'eau
- S'il est probable que de grandes quantités de sédiments seront rejetées, effectuez les travaux pendant la période de débit estival le plus faible et essayez de limiter la durée de l'activité dans le cours d'eau
 - D'autres mesures d'atténuation peuvent être requises et sont alors précisées dans les permis gouvernementaux (par exemple, pièges à sédiments ou toile filtrante)
 - L'avis du MPO peut également être nécessaire
- Le calendrier du projet est important et est généralement spécifié par les organismes de réglementation
 - Les travaux dans les cours d'eau ne doivent pas être effectués pendant la période de fraie ou d'incubation des œufs
 - Afin d'éviter des répercussions sur les poissons à Terre-Neuve-et-Labrador, il est interdit d'exécuter des travaux dans l'eau :
 - dans les estuaires et les tronçons principaux des rivières à saumon réglementées du 1^{er} mai au 30 septembre (période de migration);
 - dans les affluents et les eaux d'amont des rivières à saumon réglementées sur l'île de Terre-Neuve, du 1^{er} octobre au 31 mai (période de fraie, d'incubation et d'éclosion);
 - dans les affluents et les eaux d'amont des rivières à saumon réglementées au Labrador du 15 septembre au 15 juin (période de fraie, d'incubation et d'éclosion);
 - dans les estuaires et les tronçons principaux des rivières à truite brune du 1^{er} octobre au 30 novembre (période de migration).
- N'utilisez pas d'équipement lourd à proximité d'un cours d'eau, sauf en cas de nécessité absolue
 - Si vous utilisez un équipement lourd, stabilisez les berges et suivez les directives gouvernementales appropriées
 - Une revégétalisation et une stabilisation supplémentaire des berges du cours d'eau peuvent être nécessaires
 - Consultez des experts et les organismes de réglementation pour déterminer les techniques d'atténuation appropriées
- Dans certains cas, il peut suffire de repositionner certains débris/obstacles pour maintenir la diversité de l'habitat et favoriser les remous.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Dans le cas de petits cours d'eau étouffés, n'enlevez que la quantité nécessaire pour exposer une partie du substrat du fond
 - Cela ne doit se faire que sous la supervision d'un professionnel de l'environnement qualifié
 - Pour être efficace, cette technique doit être combinée avec une méthode d'augmentation de la vitesse afin que certaines zones du substrat du fond affouillé restent propres (voir « Défecteurs »)
 - Il peut également être souhaitable d'enlever le limon du lit du cours d'eau pour empêcher un nouvel envasement en aval
- Les arbres, les buissons, les arbustes, les mauvaises herbes ou les herbes hautes ne doivent pas être enlevés le long d'une rive, à moins que la végétation n'étouffe un petit cours d'eau (par exemple, les cours d'eau urbains)
 - Dans ce cas, l'éclaircissement ou l'enlèvement sélectif peut être approprié
 - Les tapis de végétation ou d'algues flottantes ne doivent pas être retirés de quelque section que ce soit du cours d'eau
- Il convient d'inspecter les sections du cours d'eau plusieurs jours après l'enlèvement des débris pour s'assurer que le fond se dégage et que d'autres matériaux ne s'accumulent pas
- Tous les débris retirés du cours d'eau doivent être éliminés de manière à ce qu'ils ne pénètrent pas à nouveau dans le cours d'eau
- La sécurité est primordiale avec cette technique si vous utilisez des tronçonneuses, des treuils, des leviers ou des engins lourds
 - La meilleure façon procéder est souvent de recourir au travail manuel

9.1.6 Suivi et entretien

Il faut surveiller périodiquement le cours d'eau pour enlever les débris et les autres obstructions qui pourraient apparaître. Inspectez ses berges pour vous assurer que la stabilité est maintenue et que la revégétalisation a réussi. Poursuivez les efforts d'enlèvement des débris à petite échelle et effectuez une surveillance biologique, le cas échéant.

9.1.7 Considérations relatives aux coûts

Les coûts peuvent énormément varier, allant de très bas pour de simples programmes d'enlèvement des déchets à très élevés en cas d'utilisation intensive d'un équipement lourd de location. Celui-ci peut comprendre du matériel d'exploitation forestière, des palans et des véhicules à 4 roues motrices équipés de treuils. Dans certains cas, il est possible d'emprunter des engins et des opérateurs pendant quelques jours.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

D'autres coûts pourraient être liés à des tronçonneuses, des câbles et des bottes-salopettes. L'équipement de sécurité, comme les troussees de premiers secours, les casques et les gants, est obligatoire pour tout le personnel présent sur le site.

9.2 Plantation de végétation sur les berges du cours d'eau

On ne saurait trop insister sur l'importance de la végétation riveraine pour les écosystèmes des cours d'eau. La végétation indigène naturelle qui entoure un cours d'eau est essentielle au bien-être de l'écosystème aquatique. Elle sert de tampon avec les terres environnantes exploitées et d'interface dans les interactions entre le cours d'eau et les terres (figure 20). Par exemple, de nombreuses caractéristiques des cours d'eau proviennent de la végétation environnante (comme les grands débris ligneux). La végétation des berges est également importante pour la capacité de production alimentaire d'un cours d'eau en fournissant :

- de la matière organique sous forme de feuilles et de bois en décomposition, qui constitue la base de la chaîne alimentaire aquatique;
- des substrats pour la production des invertébrés benthiques dont se nourrissent les truites;
- des insectes terrestres.



Figure 20. Végétation plantée sur les berges, ruisseau Kelly's, St. John's

Les abris sont fournis sous forme d'arbres bas ou d'arbustes et de leurs systèmes racinaires. Les graminées peuvent fournir un habitat bénéfique en surplombant à la fois le bord du cours d'eau et les berges sous-cavées.

La végétation des berges joue un rôle dans la régulation de la température en faisant de l'ombre en été et en réduisant le refroidissement par convection pendant l'automne

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

et l'hiver. Le piégeage de la couverture nivale sur certains cours d'eau peut être important pour protéger les zones d'hivernage des salmonidés. Dans certains systèmes, la quantité d'habitat d'hivernage est un facteur critique pour déterminer le nombre de salmonidés pouvant être soutenus.

La végétation prévient également l'érosion excessive, qui est une cause majeure de perturbation des frayères (figure 21). On a déterminé que les techniques de restauration des cours d'eau les plus susceptibles de produire des résultats positifs sont celles qui éliminent ou réduisent les sources d'érosion et favorisent la végétation des berges. C'est pourquoi ce manuel souligne l'importance de la plantation sur les berges, car la végétation est importante pour la santé d'un cours d'eau.



Figure 21. Érosion excessive des rives

Les systèmes racinaires de la plupart des plantes, en particulier des herbes et des arbustes, ont tendance à stabiliser les berges, ce qui réduit l'érosion. En général, une végétation saine sur les berges des cours d'eau a tendance à piéger et à retenir les sédiments et constitue ainsi un système de filtre grossier pour les cours d'eau (figure 22).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 22. Végétation naturelle en bordure d'un cours d'eau (cours d'eau du sud de Terre-Neuve)

Pour l'amélioration de l'habitat, il semble généralement que les arbres à feuilles caduques sont préférables aux conifères, que les arbustes et les arbres bas sont préférables aux hauts et que les annuelles herbacées sont préférables aux plantes ligneuses. En outre, les plantes à feuilles larges peuvent être préférables à celles à feuilles étroites.

En général, la meilleure approche pour cette province consiste à protéger autant que possible tous les types de végétation des berges des cours d'eau. Pour les zones très érodables, plantez des espèces à croissance rapide pour faciliter la stabilisation initiale et favoriser la revégétalisation à long terme par une diversité d'espèces naturelles.

9.2.1 Objectifs

Les objectifs de la plantation de végétation sur les berges des cours d'eau sont les suivants :

- stabiliser les berges érodables et piéger les sédiments avant qu'ils n'entrent dans le cours d'eau;
- fournir un couvert naturel sous forme de :
 - berges sous-cavées (dans les zones engazonnées)
 - systèmes racinaires
 - végétation en surplomb
 - apports de grands débris ligneux
- atténuer les fluctuations de température en réduisant le réchauffement de l'eau en été et son refroidissement en hiver;
- augmenter les ressources alimentaires, tant d'origine terrestre que fluviale;
- fournir un couvert végétal esthétiquement agréable qui peut être utilisé par les oiseaux et d'autres espèces sauvages;

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- réguler le débit des cours d'eau en contrôlant la pénétration du gel et la rétention d'humidité.

9.2.2 Applicabilité

Cette technique est applicable lorsque l'érosion s'est produite ou pourrait se produire, entraînant des effets néfastes sur un cours d'eau. Elle peut également être appliquée en combinaison avec d'autres méthodes d'amélioration des cours d'eau lorsque la stabilisation des berges et la fourniture d'un couvert sont des préoccupations.

9.2.3 Avantages

La végétation des berges peut améliorer :

- les ressources alimentaires;
- le couvert;
- la régulation de la température;
- le contrôle de l'érosion;
- la qualité de l'eau;
- l'esthétique.

Elle peut fournir un habitat supplémentaire aux oiseaux et à la faune sauvage. Elle est très économique et peut s'établir en 2 ou 3 ans. Ce type de travail est peu technologique, facile à réaliser et ne nécessite généralement pas l'utilisation d'engins lourds. Dans la plupart des cas, un entretien à long terme n'est pas nécessaire. La végétation a un aspect naturel et se renouvelle d'elle-même.

9.2.4 Inconvénients

Les inconvénients sont limités si la plantation de végétation est réalisée correctement. Une plantation excessive pourrait causer un ombrage excessif, un abaissement de la nappe phréatique et un engorgement du cours d'eau, mais il serait alors très probable que ces situations se corrigent d'elles-mêmes avec le temps. Une sélection inadéquate des plantes peut également poser des problèmes si celles-ci supplantent les espèces naturelles/indigènes.

9.2.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Procédez à un relevé du cours d'eau afin de déterminer les zones à planter
 - Planifiez soigneusement l'endroit où planter les différentes espèces en tenant compte de leurs exigences environnementales telles que :
 - l'exposition;
 - le soleil;
 - le type de sol;

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- la tolérance à l'eau;
- la tolérance à la salinité.
- Arrêtez toute cause évidente d'érosion en stabilisant les berges
 - Diverses techniques permettent de stabiliser les berges, notamment :
 - le nivellement;
 - les gabions;
 - les enrochements;
 - la construction de terrasses (voir « Stabilisation des berges »).
 - Les berges doivent être en pente pour soutenir des débits élevés (Scruton 1996)
- Il faut tenir compte de la préparation du site avant la plantation
 - Elle peut aller du simple enlèvement des mauvaises herbes et des débris à la mise en place de structures techniques pour soutenir la stabilisation des berges
- La végétation en bordure du cours d'eau doit être composée d'une combinaison d'herbes, d'arbustes et d'arbres, en utilisant autant que possible des espèces locales (voir l'annexe A)
- Ne plantez pas trop. Le MPO (1988a) suggère les limites suivantes pour les cours d'eau du Nouveau-Brunswick :
 - largeur du cours d'eau inférieure à 4,5 m (15 pi) – plantez des graminées et des plantes annuelles
 - largeur comprise entre 4,5 et 9,0 m (15 à 30 pi) – plantez une combinaison d'arbustes bas espacés d'environ 1,0 m
 - largeur supérieure à 12,0 m (40 pi) – plantez des arbustes et des arbres
- Ces lignes directrices sont généralement applicables aux conditions de Terre-Neuve, mais il faut garder à l'esprit que des facteurs environnementaux autres que la largeur du cours d'eau peuvent également déterminer les espèces qu'il est souhaitable de planter
- Utilisez des espèces locales afin de minimiser les coûts et de maximiser les taux de survie
 - Plantez des graminées locales en utilisant des herbes sauvages si possible, sinon utilisez des semences commerciales si la première option n'est pas possible en raison de contraintes de temps ou de coût
 - Le ministère des Transports et de l'Infrastructure de Terre-Neuve-et-Labrador (2022), qui effectue le plus grand nombre de plantations de graminées à des fins de restauration dans la province, suggère un mélange de :
 - 45 % de pâturin des prés;

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- 10 % de trèfle blanc sauvage;
- 10 % de ray-grass italien;
- 35 % de fétuque rouge traçante.
- Le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (2002) recommande de mélanger des légumineuses, comme le lotier corniculé ou la coronille bigarrée, avec des semences de graminées, dans un rapport d'environ 1:1, afin d'assurer la fixation de l'azote
- Fournissez de la terre végétale, un pH (ajusté avec de la chaux), de l'engrais et des conditions aquatiques appropriés
- Espèces de conifères appropriées :
 - l'épinette blanche pour les sols humides et bien drainés;
 - l'épinette noire pour les sols humides et mal drainés (ce n'est pas une bonne essence pour stabiliser les sols car le système racinaire est peu profond);
 - le sapin baumier pour une variété de types d'habitats;
 - le pin blanc pour les sols humides, sableux ou limoneux;
 - le mélèze pour une variété de types d'habitats.
- Espèces à feuilles caduques appropriées :
 - l'érable rouge ou l'érable à épis pour les berges humides des cours d'eau et les coteaux;
 - le saule pour toutes les zones humides (une bonne essence pour la restauration, car elle a une croissance rapide, un bon système racinaire et retombe dans ou près de l'eau);
 - le peuplier ou le tremble pour les zones humides et bien drainées (essences à croissance rapide);
 - le bouleau pour les zones humides et bien drainées;
 - le sorbier des oiseaux (sorbier monticole) pour une variété de types d'habitats.
- Espèces d'arbustes appropriées, courantes sur les berges des cours d'eau de Terre-Neuve et du Labrador :
 - l'aulne;
 - le cornouiller stolonifère;
 - le myrique baumier;
 - la viorne cassinoïde;
 - le saule arbuste.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Le saule et le cornouiller stolonifère, ainsi que de nombreuses autres essences d'arbustes, peuvent être démarrés à partir de boutures fraîches
 - Prélevez des boutures à partir de la croissance de l'année dernière (0,6 cm de diamètre) et plantez-les au bord de l'eau (figure 23)
 - Si vous plantez dans des zones plus sèches, en retrait du bord du cours d'eau, prévoyez d'arroser vos plantations

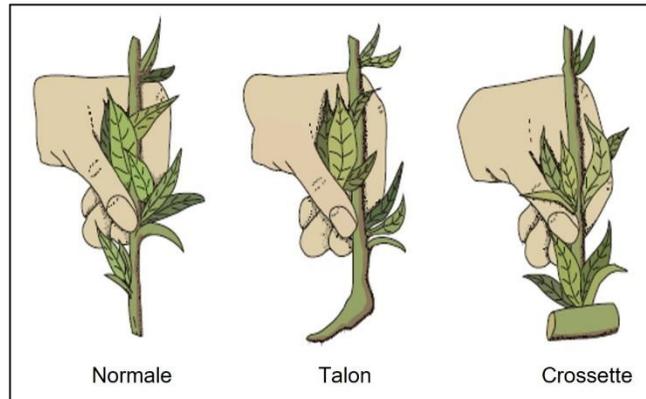


Figure 23. Types de boutures pour la propagation des plantes

- Si vous utilisez des plantes commerciales, suivez attentivement les instructions du fournisseur
 - Il est possible d'obtenir des graines, des mottes, des semis ou même des arbres offerts par des pépinières publiques ou privées
- Plantez des arbres à partir de semis et maintenez les racines humides pendant le transport
 - Les arbustes peuvent également être plantés à partir de semis, s'ils sont disponibles, afin d'augmenter les taux de survie
 - Excavez un pied carré de terre végétale et remplacez soigneusement la terre autour du système racinaire
 - Foulez le sol en place jusqu'à ce qu'il soit ferme, mais sans le compacter
 - Assurez-vous que les racines de la plante ne sont pas serrées et à la profondeur appropriée pour l'arbre ou l'arbuste
- Dans les zones où un couvert du sol est nécessaire, plantez un mélange de graminées et de légumineuses.
- Lorsque le couvert des berges et l'ombre sont importants, plantez des arbustes et des arbres (figure 24)

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 24. Planification de la revégétalisation avec arbres et arbustes

- Envisagez d'avoir des zones dégagées pour laisser entrer un peu de lumière et permettre l'accès, si nécessaire
- La période de plantation idéale est généralement après les dernières gelées du printemps
 - Les plantations automnales peuvent être plus appropriées pour certaines espèces ou dans certaines conditions de sol/hydrologiques
- Il convient de faire attention lors de l'application d'engrais près des cours d'eau, en particulier ceux à faible débit
 - Le ruissellement de surface provenant des terres traitées avec des engrais peut contribuer à des conditions d'eutrophisation (quantité accrue de nutriments) dans le cours d'eau, ce qui risque de dégrader la qualité de l'habitat du poisson
 - Les engrais ne doivent être utilisés que si leur charge dans les cours d'eau adjacents est faible ou nulle

9.2.6 Suivi et entretien

Il convient de surveiller les plantations au début pour vérifier le taux de survie et éventuellement ajuster les engrais, l'eau ou les plantations supplémentaires. À plus long terme, un certain suivi peut être effectué pour juger du succès. Certaines essences d'arbustes deviennent plus vigoureuses en s'enracinant et peuvent nécessiter une taille. Il peut être nécessaire de remplacer des plantes jusqu'à ce que la communauté végétale soit bien établie. Certains semis peuvent être perdus à cause de l'érosion ou du pâturage par la faune.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.2.7 Considérations relatives aux coûts

Le coût varie en fonction de la quantité de main-d'œuvre et des matériaux donnés disponibles. Il s'agit généralement d'une méthode très économique pour stimuler la production de salmonidés dans les petits cours d'eau, car les boutures d'arbustes peuvent être obtenues gratuitement à partir de plantes locales et la plupart des projets peuvent être réalisés avec des outils manuels.

L'hydro-ensemencement nécessite un équipement spécial dont la location est relativement coûteuse. Si les conditions sont telles que des techniques spéciales de travail du sol sont nécessaires, le projet peut être coûteux. Il est possible d'obtenir des semis gratuitement auprès de sources gouvernementales. L'achat de semis dans une pépinière commerciale ajouterait au coût global.

9.3 Mise en place de blocs rocheux dans le cours d'eau

Les blocs rocheux constituent un élément naturel commun des radiers, des plats courants, des rapides et, dans une moindre mesure, des fosses. L'emplacement à l'intérieur d'un chenal, combiné à sa pente, dicte la fonction de l'habitat (figure 25). Les blocs rocheux offrent un moyen simple et économique d'améliorer la complexité de l'habitat dans un tronçon de cours d'eau approprié. Ils sont durables et, lorsqu'ils sont placés correctement, ils conservent leur disposition et leur fonction d'origine. Les gros rochers anguleux ou les blocs rocheux lisses de champ créent des turbulences en surface et exposent les substrats plus grossiers à la suite de l'affouillement. Cette technique peut améliorer la production et la diversité des insectes aquatiques en exposant des substrats plus grands. En outre, les gros blocs rocheux offrent aux poissons davantage d'habitats de fraie et d'alevinage dans les radiers et d'habitats de couvert dans les fosses. En général, cette application peut accroître sensiblement la production des saumons et des truites juvéniles. Habituellement, les blocs rocheux sont placés près du thalweg du chenal. Les gros peuvent être placés un par un, mais ils sont généralement disposés en groupes appelés « amas rocheux » (figure 26). La taille minimale des blocs dépend de la vitesse maximale du chenal de plein bord. Leur emplacement peut visuellement améliorer les cours d'eau déjà canalisés (figure 27).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 25. Mise en place de blocs rocheux dans un petit ruisseau



Figure 27. Vue aérienne de l'emplacement stratégique des blocs rocheux à la sortie de l'étang Rocky à Bay Roberts

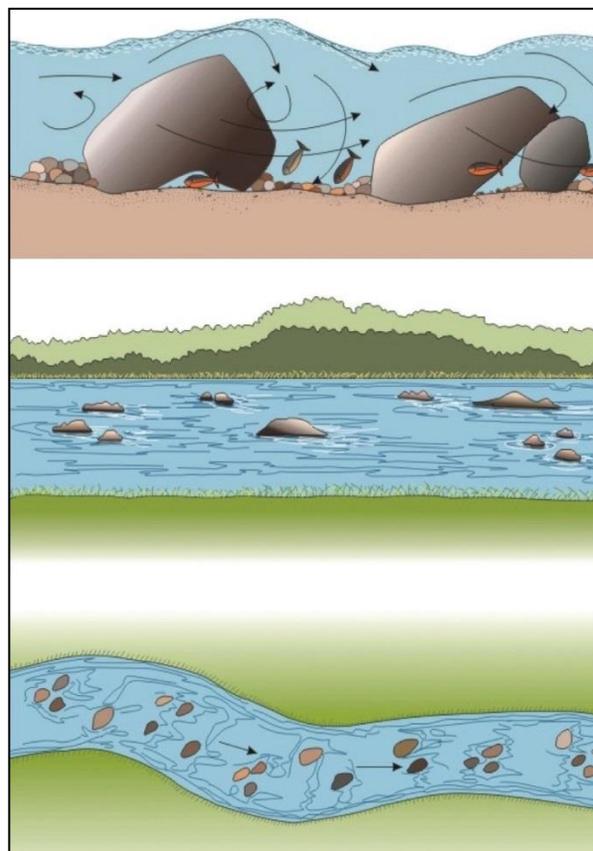


Figure 26. Vues de divers emplacements de blocs rocheux dans un ruisseau

9.3.1 Objectifs

Les objectifs de cette technique sont les suivants :

- accroître la diversité de l'habitat;
- augmenter le nombre d'aires de fraie, de retenue et d'alimentation pour les adultes, et de couvert protecteur pour les juvéniles dans les radiers, les plats courants et les fosses;
- augmenter la quantité de substrat pour la fixation par les invertébrés benthiques;
- stabiliser et créer des remous pour les graviers de fraie et les substrats utilisés par les insectes aquatiques;

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- augmenter la turbulence en surface qui peut protéger les salmonidés de la prédation en réduisant leur visibilité.

9.3.2 Applicabilité

Cette technique est surtout utile dans les zones qui sont facilement accessibles par camion et chargeur frontal, car les blocs rocheux sont généralement trop gros, trop lourds et trop encombrants pour être transférés à la main sur de grandes distances.

Les zones de travail doivent également être adaptées pour permettre aux équipes utilisant des leviers à main de travailler en toute sécurité dans le cours d'eau. La mise en place peut se faire dans des radiers, des plats courants ou des fosses. La technique est particulièrement appropriée pour les zones déjà canalisées ou d'autres cours d'eau manquant d'un couvert adéquat. La mise en place de blocs rocheux est efficace dans les cours d'eau larges, peu profonds et à débit rapide, ainsi que pour augmenter les vitesses dans les sections à faible débit.

9.3.3 Avantages

Le principal avantage de cette technique est qu'elle est relativement simple, efficace, durable, peu coûteuse et qu'elle préserve l'aspect naturel des cours d'eau.

9.3.4 Inconvénients

L'inconvénient de cette technique est le risque que les blocs rocheux accumulent des débris et de la glace et entraînent la formation d'étangs dans certaines zones. Il n'est pas recommandé d'ajouter des blocs rocheux dans les fosses pour augmenter le couvert disponible dans un habitat relativement instable, car ils pourraient servir de points focaux pour l'accumulation de particules fines et de matériaux érodés dans les zones de radiers (Scruton 1996). Cela risquerait alors de favoriser le développement de bancs de gravier et le remplissage des fosses. Il arrive qu'un repositionnement soit nécessaire si les blocs rocheux sont placés dans des zones instables où ils finiront par être enterrés. Une érosion accrue est possible si les blocs rocheux sont placés trop près d'une rive non protégée dans les zones à débit rapide.

9.3.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Procédez à un relevé du cours d'eau afin de déterminer la nécessité d'installer des blocs rocheux et l'adéquation des sections possibles du cours d'eau. Demandez l'avis d'un expert à ce stade si besoin est.
- Utilisez de gros blocs rocheux (de 30 à 60 cm de diamètre, selon la taille du cours d'eau), anguleux, et placez-les à une distance de 1,0 à 2,0 m les uns des autres

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Disposez-les en amas selon les illustrations suivantes si le ruisseau est suffisamment large (figure 28).
 - Cette approche est plus efficace que les blocs isolés, car il y a moins de risques que les amas soient déplacés par la glace ou le courant et ils offrent un meilleur abri aux poissons.
 - Supervisez étroitement le personnel, car le risque de blessure est élevé pendant la manipulation de blocs rocheux lourds

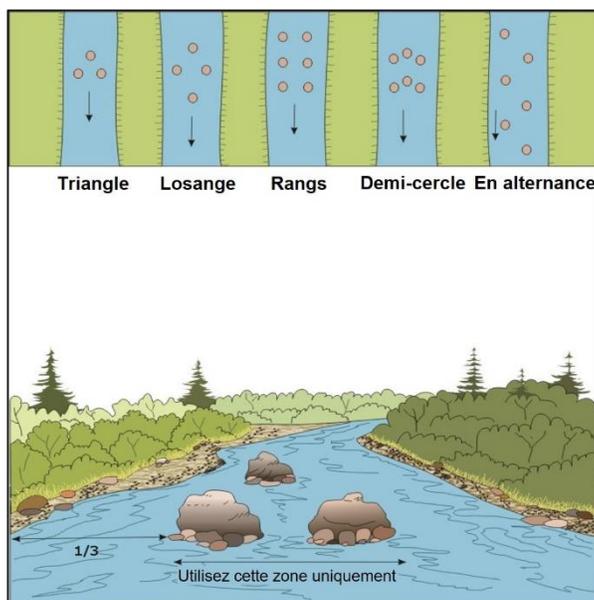


Figure 28. Types d'amas de blocs rocheux (en haut) et vue aérienne du profil d'emplacement des blocs rocheux

- En général, les blocs rocheux doivent être placés dans le tiers le plus profond du cours d'eau (dans le chenal principal ou à proximité) et ne pas obstruer plus de 20 % de la section transversale du cours d'eau
- S'ils sont placés sur le bord du cours d'eau dans le but d'augmenter le couvert pour les juvéniles, assurez-vous que la berge ne subira pas d'érosion.
 - Cette technique doit être mise en œuvre avec prudence.
 - Si l'érosion des berges est probable, n'y placez pas de blocs rocheux ou utilisez des méthodes de stabilisation des berges
- Ne placez pas de blocs rocheux à la crête des radiers.
 - Dans les zones de radiers, les meilleurs emplacements sont les sections du milieu ou à la sortie.
 - Les blocs rocheux peuvent être placés dans les sections amont, centrales ou aval des plats courants

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Dans les fosses, les meilleurs emplacements se situent à la tête et à la sortie, et non à l'intérieur des fosses
- Procédez à la mise en place en été, pendant les périodes de faible débit
- Si vous devez utiliser des engins lourds, travaillez depuis la rive et les berges stabilisées.
 - Une fois placés dans le cours d'eau, les blocs rocheux peuvent être soigneusement disposés selon la configuration choisie

9.3.6 Suivi et entretien

Il convient de surveiller périodiquement les blocs rocheux afin de déterminer leur efficacité (pour faciliter les projets futurs) et de prévenir toute érosion indésirable ou accumulation de débris.

9.3.7 Considérations relatives aux coûts

Cette option est relativement peu coûteuse si l'on dispose d'un nombre suffisant de blocs rocheux locaux convenables et si les coûts de transport des blocs non locaux ne sont pas prohibitifs. Il faut aussi prendre en compte la facilité d'accès à la rive du cours d'eau. Les coûts augmentent considérablement si la stabilisation des berges est nécessaire.

9.4 Obstacles peu élevés

Les obstacles peu élevés sont de petits barrages conçus pour créer des fosses d'affouillement (marmites de géants) immédiatement en aval et ne sont pas destinés à créer une accumulation importante d'eau en amont (figure 29). Les barrages, qui peuvent être construits avec des roches, des gabions, des rondins ou blocs en béton, doivent être suffisamment bas pour permettre le passage du poisson et des débris (figures 30 et 31). Les graviers retirés de la fosse d'affouillement inférieure sont nettoyés et déposés un peu plus loin en aval, où ils peuvent constituer un habitat de fraie adéquat.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

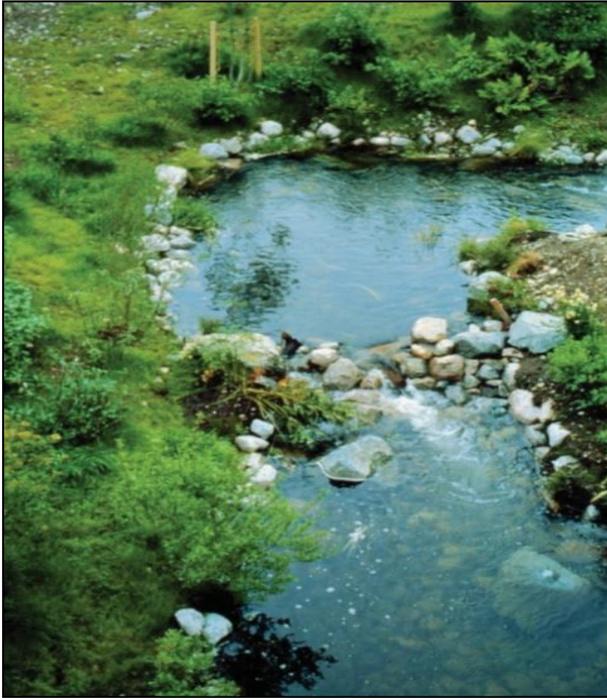


Figure 29. Profil d'emplacement d'un obstacle peu élevé correctement disposé

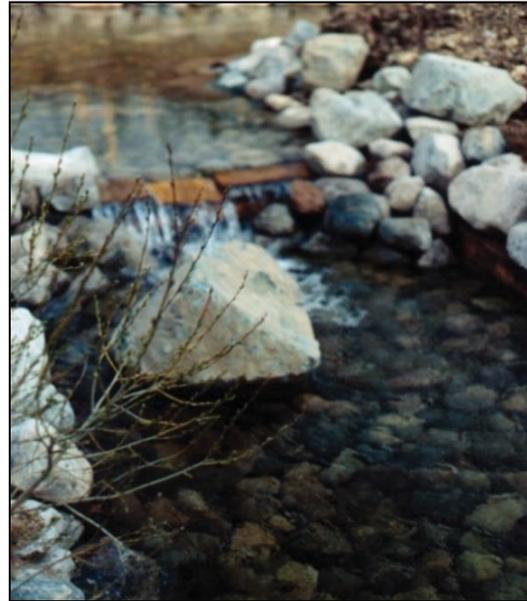


Figure 30. Obstacle peu élevé en bois correctement disposé



Figure 31. Mise en place de la poutre en travers du lit du cours d'eau

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.4.1 Objectifs

Les principaux objectifs des obstacles peu élevés sont les suivants :

- créer un habitat de fosse d'affouillement avec une eau de surface agitée pour servir de couvert au poisson, en particulier pendant les périodes de faible débit;
- augmenter la teneur en oxygène de l'eau, qui est bénéfique dans les sections des cours d'eau susceptibles de se réchauffer rapidement et/ou extrêmement en été;
- créer éventuellement une frayère immédiatement en aval, à la base de la marmite de géants.

9.4.2 Applicabilité

Cette technique doit être utilisée avec prudence, car elle présente un certain nombre d'inconvénients (voir plus loin, section 9.4.4). Les obstacles peu élevés conviennent le mieux aux cours d'eau qui ont été canalisés ou qui contiennent des tronçons rectilignes à forte pente et, par conséquent, peu ou pas d'habitat de fosse.

9.4.3 Avantages

Le principal avantage de cette technique est qu'elle permet de former de profondes marmites de géants relativement vite avec de petits substrats. Ces fosses sont particulièrement précieuses pour protéger les poissons d'eau douce pendant les périodes de faible débit. Il est souvent possible d'utiliser les matériaux naturels qui sont disponibles à proximité pour la majeure partie de la mise en place.

9.4.4 Inconvénients

Les obstacles risquent de provoquer l'érosion des berges si celles-ci ne sont pas correctement protégées. La glace et les débris peuvent s'accumuler excessivement au-dessus des structures. Cette technique est relativement exigeante en termes de main-d'œuvre et crée une plus grande perturbation dans le lit du cours d'eau que les autres méthodes de restauration présentées dans ce manuel. Les structures peuvent également nécessiter un entretien périodique et, si elles ne sont pas correctement installées ou entretenues, elles risquent de devenir des obstacles aux déplacements du poisson. Les substrats doivent être stables pour éviter que la structure ne soit emportée par les eaux. En outre, il ne faut pas construire d'obstacles peu élevés dans les zones où :

- les berges sont instables;
- il y a beaucoup de glace;
- il y a de grandes quantités de débris flottants.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.4.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Procédez à un relevé du cours d'eau afin de déterminer le ou les sites convenables pour l'installation
 - Le relevé et le plan peuvent nécessiter une expertise en ingénierie ou un personnel ayant l'expérience de ce type de projet
- Disposez des obstacles peu élevés dans les petits cours d'eau ne comptant aucun ou que peu d'habitats de fosse et au moins une pente modérée
 - Les obstacles peu élevés ne peuvent convenir aux zones à forte pente que si le substrat et les berges sont vraiment stables et que la structure est très bien ancrée dans le substrat et les berges
 - Les obstacles peu élevés composés de roches (barrages rocheux) peuvent ne pas convenir pour les cours d'eau à fort gradient, car les forts débits et la glace posent le risque de détruire la structure
- Installez-les dans des zones où le substrat et les berges sont relativement stables (comme des roches, des arbustes et des racines d'arbres) et où les berges peuvent résister à des conditions de débit élevé
- Les obstacles peu élevés ne doivent pas être construits près d'une source ou d'un affluent, car cela risque de provoquer ou d'accroître l'érosion
 - Pour stabiliser les berges, il peut être nécessaire de les protéger avec des caissons de rondins ou des enrochements
- Si vous utilisez du bois comme matériau de construction, choisissez des essences de bois tendres résistantes à la pourriture (par exemple, le mélèze)
 - Veillez à complètement immerger le bois pour augmenter sa durée de vie
 - N'utilisez pas de bois traité et préservé, car il contient des produits chimiques nocifs
- N'installez pas d'obstacles peu élevés dans les frayères
- Si vous installez une série de barrages, veillez à les espacer d'au moins 5 à 7 fois la largeur moyenne du cours d'eau
- Utilisez des techniques de construction qui minimiseront l'érosion (par exemple, obstacle installé en formant un angle de 30 degrés par rapport à l'écoulement)
- Assurez-vous que la structure n'obstruera pas le passage du poisson à tous les régimes de débit
- Utilisez autant que possible le travail manuel pour assembler soigneusement les matériaux et éviter les impacts sur le cours d'eau

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.4.6 Étapes de la construction

Les techniques de construction suivantes sont décrites pour les structures en roches et en bois. Les structures en bois conviennent mieux que les barrages en roches pour les sections à forte pente, car elles sont moins susceptibles d'être emportées par les eaux.

- **Barrage en enrochement**

- Creusez un fossé d'au moins 30 cm de profondeur sur la largeur du cours d'eau
 - Veillez à ce que le centre du barrage soit plus en amont et moins élevé que les extrémités afin de diriger l'écoulement vers le centre
- Une section transversale du barrage doit être triangulaire avec une pente de 30 degrés ou moins du côté amont afin de faciliter le passage du poisson
 - Construisez la base avec plusieurs rangées de roches
- Placez les plus grosses roches sur le côté aval et au centre
 - Remplissez les crevasses du côté amont avec des roches plus petites, du gravier et du sable
 - La mise en place des roches doit se faire à la main de manière à renforcer la stabilité
- Si vous construisez une série de barrages, commencez en aval et remontez afin d'évaluer au mieux la quantité d'eau qui sera retenue
- Installez l'enrochement le long de la berge, à ras avec les extrémités

- **Seuils en bois**

- Les seuils en bois sont plus efficaces dans les cours d'eau dont la largeur ne dépasse pas 6 m
- Le diamètre des rondins doit être comprise entre 10 cm (4 po) et 15 cm environ, avec au moins une taille en pointe d'une extrémité à l'autre
- Le seuil doit être fermement ancré au substrat
- Il doit former un angle de 30 degrés par rapport au cours d'eau et, si l'on regarde vers l'aval, tourné vers le côté de la fosse
- Les extrémités de l'ouvrage doivent être solidement fixées aux berges et fermement consolidées par des roches pour prévenir l'érosion des berges
- Il faut construire une rampe d'enrochement en amont de l'ouvrage, de manière à incliner le lit du cours d'eau jusqu'à l'ouvrage
 - En général, il s'agit d'une rampe d'enrochement de 1 à 3 m de long du côté amont
- Pour favoriser l'affouillement par le courant, les galets et les grandes roches renforçant la surface doivent être retirés de la zone de la fosse

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- **Barrage en bois**

- Ce plan convient pour les petits cours d'eau d'environ 1,5 à 3,0 m de largeur
 - Il peut être construit avec ou sans planches
- Nivelez soigneusement le lit du cours d'eau d'une rive à l'autre sur une bande de 75 cm de large
- Creusez des trous dans les deux rives et placez le rondin (poutre transversale) en travers du lit du cours d'eau
 - Les trous doivent avoir une largeur d'environ 30 à 40 cm et s'enfoncer d'au moins 1,4 m dans la berge
- Soutenez la poutre transversale avec des entretoises longitudinales et diagonales (figure 32)
- Si vous souhaitez aménager un passage pour les poissons, découpez une rainure de 20 à 40 cm dans la poutre transversale à une profondeur de 2,5 à 4,0 cm
- Stabilisez les parties amont et aval de la berge avec un enrochement ou un caisson de rondins
 - Pour les enrochements, prolongez la protection en amont et en aval sur au moins 1,6 m
 - Pour les caissons en rondins, prolongez la protection sur 4,0 m en amont et 2,0 m en aval

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

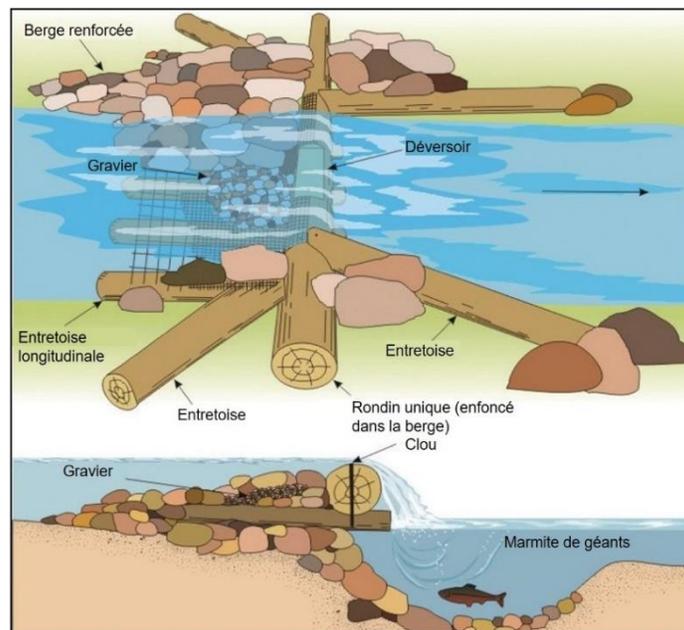


Figure 32. Vue aérienne (en haut) et coupe transversale (en bas) d'un barrage en enrochement avec un seul rondin

9.4.7 Suivi et entretien

Inspectez les barrages en enrochement et les seuils en bois chaque printemps pour déceler des signes éventuels de pourriture, d'érosion et de sapement. Prenez les mesures nécessaires pour corriger ces problèmes et éviter qu'ils ne se reproduisent.

Vérifiez que la fosse d'affouillement ne présente pas de signes de sapement potentiel et remettez les roches, les rondins et les autres pièces de la structure en place si nécessaire. Cette technique nécessite un peu plus de suivi et d'entretien que les autres.

9.4.8 Considérations relatives aux coûts

Cette méthode demande beaucoup de travail et le coût de la main-d'œuvre est donc le facteur principal. Les matériaux ne sont pas particulièrement coûteux s'ils sont disponibles localement. La plupart des travaux, voire tous, peuvent être effectués avec de simples outils à main. Comme indiqué plus haut, cette méthode nécessite un suivi et un entretien réguliers qui doivent être pris en compte dans les coûts.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.5 Couvert dans le cours d'eau

Après 32 ans de restauration extensive des cours d'eau à truites dans le Wisconsin, seul le couvert des berges, notamment en conjonction avec les déflecteurs de courant (voir la section 9.7 « Déflecteurs ») a régulièrement amélioré le nombre de truites, en particulier des plus grosses truites (Hunt 1988). Des essais approfondis sur les dispositifs d'amélioration de l'habitat de la truite brune dans les eaux du sud-est du Minnesota ont révélé que le couvert était, de loin, le facteur le plus important (Thorn 1988).

Dans les cours d'eau naturels, le couvert est assuré par des blocs rocheux, des rondins, des végétaux (tels que des broussailles ou des arbres qui surplombent l'eau) ainsi que par des berges sous-cavées. Ainsi, le couvert dans les cours d'eau a été abordé dans les sections précédentes de ce document (voir « Plantation de végétation sur les berges du cours d'eau » et « Mise en place de blocs rocheux dans le cours d'eau »).

Différents dispositifs artificiels ont été conçus pour améliorer le couvert dans les cours d'eau, tels que :

- des structures de demi-rondins, montées au-dessus du lit du cours d'eau à l'aide de barres d'armature;
- des rondins flottants ou des palettes;
- un couvert de berges en rondins submergés.

Ces techniques, cependant, ont un aspect artificiel et peuvent échouer complètement dans les conditions de Terre-Neuve et du Labrador; elles n'ont pas non plus démontré qu'elles étaient particulièrement efficaces pour augmenter le nombre total de poissons. Les demi-rondins peuvent servir de couvert dans les petits cours d'eau à faible débit où d'autres structures seraient trop grandes (par exemple, les structures à billots).

À Terre-Neuve-et-Labrador, le couvert de broussailles est probablement le moyen le plus pratique d'augmenter le couvert des cours d'eau, à part la mise en place de blocs rocheux et la stimulation de la végétation des berges et des berges sous-cavées.

La technique des berges sous-cavées mise au point dans le Wisconsin (structures à billots), qui est très efficace ici, est également décrite (figure 33).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 33. Construction d'un couvert (structures à billots sous-cavées à droite et amas de racines à gauche) dans un cours d'eau artificiel avant la remise en eau

9.5.1 Objectifs

L'objectif de cette technique est d'augmenter le couvert pour les salmonidés juvéniles et adultes dans les principales zones d'alimentation et de retenue. Cette technique peut également offrir une certaine protection des berges à l'extérieur des méandres.

9.5.2 Applicabilité

La technique des broussailles est utile dans les zones où le couvert, en particulier pour les juvéniles, est considéré comme un facteur limitatif de la production. Les emplacements appropriés sont le long des berges dans les zones de radiers et derrière les gros rochers. Cette technique peut s'appliquer à un large éventail de tailles de cours d'eau.

Les structures à billots sont principalement utilisées pour introduire un couvert surplombant pour les poissons là où l'habitat existant est limité.

Elles peuvent être utilisées dans les rivières ou les ruisseaux indépendamment ou en conjonction avec des mesures de contrôle de l'érosion telles que les revêtements en matériaux indigènes. Cette structure est placée sous l'élévation du chenal à faible débit, généralement le long des coudes extérieurs d'un cours d'eau où la profondeur du chenal est partout plus élevée que le sommet des structures sous-cavées. En général, elle est disposée à un emplacement qui permet un léger écoulement en dessous pour empêcher l'accumulation des sédiments. La méthode des berges sous-cavées ne doit pas être utilisée dans les zones instables. Elle peut être difficile à mettre en œuvre dans les zones de substrat rocheux, car les tiges d'armature doivent être enfoncées dans le lit du cours d'eau.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

Ces deux techniques peuvent ne pas convenir aux cours d'eau qui subissent de fortes inondations ou dont le fond est instable.

9.5.3 Avantages

Ces techniques présentent plusieurs avantages : elles ont une apparence naturelle, ont une efficacité éprouvée et sont relativement peu coûteuses et simples à mettre en œuvre. Elles peuvent également contribuer au contrôle de l'érosion.

Pour des résultats optimaux, l'emplacement des arbres et des fagots de broussailles peut être facilement réajusté.

Il a été démontré dans cette province que les fosses conçues avec des « structures à billots » contenaient en moyenne 2,6 fois plus de biomasse de gros omble de fontaine que celles qui n'en avaient pas (Clarke et Scruton 2003). La structure à billots peut être préfabriquée hors site et les matériaux sont généralement disponibles localement.

En général, les structures de berges sous-cavées rétrécissent et approfondissent un cours d'eau.

9.5.4 Inconvénients

L'inconvénient de la mise en place d'arbres ou de broussailles est que cela peut favoriser une certaine obstruction du débit du cours d'eau si les végétaux ne sont pas plantés correctement ou s'il y en a trop. Cette technique doit être considérée temporaire, sauf s'il existe des fonds pour les remplacer régulièrement après quelques années. Un entretien annuel peut également être nécessaire. Les mottes racinaires (arbres de taille moyenne dont les racines sont encore attachées) peuvent remplacer les tas de broussailles pour prolonger la durabilité des arbres et broussailles mis en place (figure 34).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 34. Mottes racinaires typiques avant la mise en place

Si les structures à billots fonctionnent mieux dans des environnements à faible vitesse, elles risquent toutefois d'être délogées par la glace lors des crues printanières. De plus, les berges sous-cavées peuvent se remplir de sédiments fins ou de graviers si elles sont mises en place dans une zone instable.

9.5.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- **Technique de mise en place d'arbres ou de broussailles**
 - Procédez à un relevé détaillé de la zone. Plantez les végétaux à l'extérieur des méandres ou en travers et légèrement en aval des déflecteurs
 - Ancrez chaque arbre ou fagot de broussailles à la berge à l'aide d'un fil galvanisé épais attaché à une souche ou à un pieu enfoncé dans le sol
 - Ancrez-le au-dessus de la laisse de hautes eaux
 - Alignez les arbres entiers ou les branches parallèlement à l'axe du cours d'eau ou en les orientant vers l'aval
 - Cette structure peut être permanente ou temporaire
 - Utilisez des bois durables (résineux) et des branches, des fagots de broussailles ou des arbres entiers selon les besoins
 - N'utilisez pas cette technique dans des zones de courant très rapide
- **Technique de berge sous-cavée**
 - Procédez à un relevé détaillé de la zone. L'emplacement le plus efficace est à l'extérieur d'un méandre ou le lieu où le courant dévie vers la berge
 - Choisissez et obtenez les matériaux. Évitez le bois préservé ou traité sous pression
 - Ne placez pas cette structure dans des zones où le substrat est instable, pour éviter qu'elle ne se remplisse de gravier

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Ne placez pas cette structure dans des zones sujettes à un débit extrême ou à la glace
- Stabilisez les extrémités amont et aval avec un enrochement et revégétalisez la zone si nécessaire
- Vous pouvez utiliser des structures préfabriquées semblables à celles illustrées à la figure 35



Figure 35. Cadre préfabriqué en bois pour le traitement des berges sous-cavées

- Procédez à la construction en été, pendant les périodes de faible débit
- Tout le bois doit rester immergé pour réduire la pourriture; envisagez d'utiliser du bois résistant à la pourriture (par exemple, épinette, cèdre)
- Creusez des tranchées dans la berge du cours d'eau pour créer un support horizontal
- Placez les pierres plus grosses le long du pied de la berge d'origine pour empêcher son érosion par l'eau sous la structure (figure 36)
- Placez la toile filtrante sur toute la surface de la plateforme des structures
- Déposez une couche de roches et de gravier sur la toile filtrante, recouvrez de terre et de gazon, ainsi que de graines ou de boutures de plantes selon les besoins

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

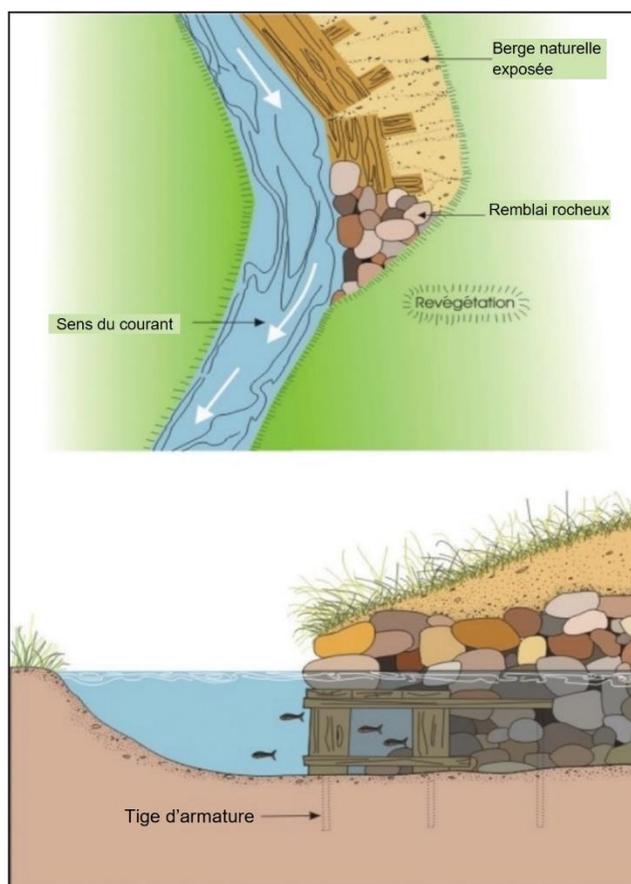


Figure 36. Vue aérienne (en haut) et vue latérale (en bas) de la technique de berge sous-cavée

9.5.6 Suivi et entretien

Les structures doivent être inspectées chaque printemps et remplacées/réparées si nécessaire. Déterminez si elles remplissent leur fonction et repositionnez-les ou retirez-les si nécessaire. Assurez-vous que les structures n'accumulent pas de débris et ne provoquent pas d'érosion. Assurez-vous qu'elles ne se remplissent pas de sédiments et de débris et prenez des mesures de prévention.

9.5.7 Considérations relatives aux coûts

La mise en place d'arbres et de broussailles est une technique extrêmement économique, car elle est simple, très efficace et requiert des matériaux naturels qui peuvent être mis en place avec un minimum d'outils manuels. Un entretien annuel est requis et il peut être nécessaire de remplacer régulièrement les structures.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

La technique de berge sous-cavée artificielle :

- est plus coûteuse;
- nécessite des matériaux (achetés ou donnés);
- demande beaucoup de travail;
- requiert une stabilisation supplémentaire des berges et leur revégétalisation.

9.6 Stabilisation des berges

La stabilisation des berges peut être une technique importante pour améliorer les cours d'eau où l'érosion a entraîné le dépôt excessif de sédiments dans le milieu aquatique. Bien que les sédiments constituent une partie naturelle de l'habitat aquatique, une sédimentation excessive peut avoir divers effets négatifs sur les poissons et leur habitat, tels que :

- endommager les branchies des poissons;
- étouffer les œufs;
- combler les habitats de fraie et d'alevinage.

La stabilisation des berges peut prévenir l'érosion qui dégrade l'habitat du poisson, sur le site et en aval, en éliminant la source des sédiments.

Hunt (1988) a constaté que la stabilisation des berges était l'une des techniques de restauration des cours d'eau les plus efficaces. En règle générale, les techniques de stabilisation ne doivent être appliquées qu'aux zones qui ont été perturbées, par exemple par le pâturage du bétail ou le franchissement inapproprié du cours d'eau.

Avant de lancer un projet de stabilisation des berges, il convient de prendre en compte plusieurs facteurs :

- déterminer la cause de l'érosion;
- évaluer le niveau de protection requis;
- mettre en œuvre la technique appropriée en tenant compte :
 - de la pente des berges;
 - de l'esthétique;
 - des informations propres au site.

N'oubliez pas de travailler pendant les périodes de faible débit, tout en intégrant les débits de pointe dans votre plan.

Il convient de faire preuve de prudence dans l'utilisation des techniques de stabilisation des berges, car elles peuvent être très coûteuses et, si elles ne sont pas correctement

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

mises en œuvre, elles risquent de déplacer le problème d'érosion vers un autre site en aval.

Les méthodes adaptées aux petits cours d'eau sont la revégétalisation (voir « Plantation de végétation sur les berges du cours d'eau »), la modification de la pente des berges, l'enrochement, les gabions ou une combinaison de ces méthodes (figure 37). La construction de terrasses est une autre technique qui peut être utilisée sur des pentes longues et abruptes composées de sols sableux instables. Elle n'est pas abordée dans ces lignes directrices, car de solides compétences en ingénierie sont nécessaires pour la réaliser correctement.



Figure 37. Photos de la végétation des berges (hydro-ensemencement) et de l'enrochement (à gauche), et des berges reconstruites à l'aide d'enrochement, de gazon et de végétation naturelle (à droite)

Les murs en béton ou autres surfaces lisses ne sont pas recommandées, car elles ne dissipent aucune énergie d'écoulement et pourraient donc accroître l'érosion et les inondations en aval. Elles ne créent pas non plus d'habitat pour les poissons. Les techniques décrites dans cette section ne sont que des lignes directrices générales. Il est recommandé de faire appel à des experts en ingénierie ou à des assistants expérimentés pour les travaux de conception détaillée, en particulier pour les grands projets.

9.6.1 Objectifs

En général, l'objectif principal de la stabilisation des berges est de prévenir l'érosion qui dégrade l'habitat du poisson, sur le site et en aval. Un objectif secondaire peut être d'accroître l'habitat du poisson en installant un enrochement composé de grosses roches angulaires. La production des poissons peut être augmentée lorsque l'on :

- protège et améliore les graviers de fraie en réduisant l'apport de sédiments et revégétalisant;
- fournit des substrats supplémentaires sur les berges pour les invertébrés benthiques.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.6.2 Applicabilité

Ces techniques sont applicables dans les zones déjà perturbées et aux endroits où la berge peut être stabilisée sans déplacer le problème vers l'amont ou l'aval.

L'enrochement ou les gabions remplis de roches ne doivent être utilisés que dans les zones où la revégétalisation seule ne suffit pas (c'est-à-dire les zones d'érosion rapide qui ne supporteront pas facilement la végétation sans stabilisation).

Les berges instables se caractérisent par :

- des sols meubles et non compactés;
- généralement avec des pentes raides;
- d'éventuelles infiltrations d'eau souterraine.

La décision d'utiliser des enrochements ou des gabions est principalement déterminée par la pente des côtés du chenal et l'aspect esthétique.

- **Revégétalisation**

- La végétation assure la stabilité des berges et empêche ainsi l'érosion qui peut avoir un impact sur les poissons et leur habitat (figure 38)
- La revégétalisation peut comprendre l'ensemencement, le gazonnage et la plantation
- Il est recommandé de planter un mélange de graminées, d'arbustes et d'arbres, sauf indications contraires pour le site (voir la section 9.2)



Figure 38. Végétation plantée le long d'un cours d'eau

- **Enrochement**

- L'enrochement est une technique couramment utilisée pour stabiliser les berges qui s'érodent, surtout lorsque la végétation ne suffit pas à elle seule (figure 39)

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 39. Enrochement le long d'une section de berge murée

- Le choix de la technique d'enrochement dépend des conditions spécifiques du site et de la disponibilité du matériau de base
- La roche est le matériau le plus couramment utilisé
 - Il convient d'utiliser des roches angulaires de taille appropriée (par exemple, résistant au déplacement pendant les débits de pointe);
 - Le matériau de base ne doit pas être retiré du lit du cours d'eau.
- En général, l'enrochement est applicable lorsque :
 - les berges ont une hauteur inférieure à 3,0 m;
 - la pente n'est pas supérieure à 2:1;
 - la vitesse de l'eau n'est pas supérieure à 3,5 m/s.
- **Gabions**
 - Cette technique est privilégiée lorsque les pentes sont trop raides pour les techniques de stabilisation par enrochement.
 - Les gabions sont essentiellement des paniers en fil d'acier préconstruits et remplis de roches
 - Les gabions protègent les berges des cours d'eau de l'action érosive de l'écoulement et constituent un mur de soutènement pour une berge de sol instable (figure 40)

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 40. Gabion typique de berge de cours d'eau (notez le remblai et l'herbe plantée pour la stabilisation)

- Pour les berges à faible pente, on peut aussi utiliser des « couvertures » en gabions
- Comme pour l'enrochement, le matériau rocheux des gabions ne doit pas être retiré du cours d'eau
- En général, les gabions conviennent lorsque :
 - les berges ont une hauteur inférieure à 3,0 m;
 - la pente de la rive est supérieure à 2:1;
 - il n'y a pas de roches appropriées disponibles pour l'enrochement;
 - l'esthétique n'est pas une préoccupation majeure.

9.6.3 Avantages

Les roches et la végétation utilisées pour stabiliser les berges présentent l'avantage d'être des matériaux naturels, généralement faciles à obtenir. Les enrochements ou les gabions, s'ils sont correctement mis en place, sont flexibles et protègent les berges contre le vent, la glace et l'affouillement de l'eau.

Ils peuvent survivre aux infiltrations d'eau souterraine et sont des structures relativement permanentes qui nécessitent peu d'entretien. Les roches augmentent l'habitat du poisson, en particulier pour les jeunes poissons. L'enrochement et les gabions assurent tous deux l'excellente stabilité des berges à long terme.

9.6.4 Inconvénients

Il est possible que la revégétalisation ne protège pas adéquatement une berge extrêmement perturbée et qu'une stabilisation, une inclinaison et une reconstruction supplémentaires soient nécessaires. Cela augmente évidemment le coût. La

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

replantation périodique (par exemple, chaque année) peut également être nécessaire jusqu'à ce que le site soit stable.

Le principal inconvénient de l'enrochement est qu'il est très coûteux, sauf si l'on dispose d'un approvisionnement gratuit en blocs rocheux et en gros engins. De plus, ces blocs peuvent être difficiles à mettre en place dans le cours d'eau sans équipements lourds.

La construction des gabions demande beaucoup de travail et les paniers sont chers. L'enrochement et les gabions n'ont pas l'air naturels tant qu'ils ne sont pas revégétalisés. Une expertise en ingénierie et l'accès aux berges du cours d'eau par des engins lourds sont aussi probablement requis. Si l'enrochement ou les gabions ne sont pas correctement mis en place, les forces érosives du cours d'eau peuvent être déplacées vers l'amont ou l'aval (figure 41). Ces deux techniques sont également vulnérables au sapement.



Figure 41. La structure en gabions effondrée a réduit la largeur du cours d'eau et a provoqué une érosion excessive directement en aval

9.6.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Avant de décider de stabiliser les berges, vous devez déterminer :
 - la cause de l'érosion;
 - le niveau de protection requis;
 - la meilleure technique à mettre en œuvre en tenant compte de facteurs tels que :
 - la pente des berges;
 - les débits;
 - l'apparence.
- **Revégétalisation**
 - Voir la section 9.2. « Plantation de végétation sur les berges du cours d'eau »

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- **Enrochement**

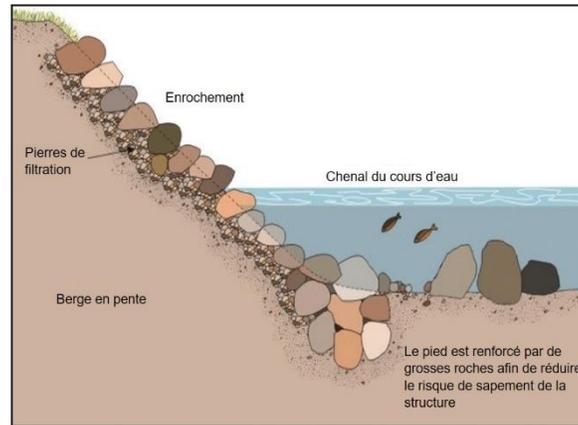
- Consultez un ingénieur pour connaître les critères de conception détaillés tels que :
 - la taille correcte des roches;
 - la pente;
 - la longueur;
 - les méthodes de mise en place;
 - les fixations à la berge et la protection de la base.
- Tailles de roches généralement recommandées :

Tableau 5. Tailles de roches recommandées pour différentes vitesses d'écoulement

Vitesse (m/s)	Taille (cm)
Moins de 3,0	20 à 46
3,0 à 4,0	20 à 77
4,0 à 4,6	50 à 122

- Rassemblez le matériel, organisez l'approvisionnement en blocs rocheux et le transport
 - L'emplacement des roches, le transport de grandes quantités de roches et l'accès à la berge du cours d'eau sont des facteurs critiques pour cette technique
- Utilisez des roches anguleuses et dures de taille appropriée pour résister aux déplacements lors des débits de pointe
- L'enrochement doit être composé d'une gradation mixte, de sorte que les petites pierres remplissent les vides entre les grosses pour assurer le compactage et la stabilité, comme illustré à la figure 42

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



- Une couche de pierres de filtration peut être nécessaire selon le type de sol sous-jacent et la taille de l'enrochement protecteur (Pêches et Océans Canada 2022)
- Prévoyez les débits élevés dans votre plan et construisez pendant les débits faibles
 - Ne détournez l'écoulement du cours d'eau autour de la construction avec des sacs de sable ou d'autres dispositifs que si cela est absolument nécessaire
- Ajustez les plus grosses roches aux extrémités amont et aval et au pied de la berge en les fixant dans celle-ci
 - Utilisez des roches de plus petite taille aux extrémités amont et aval
 - Il peut être nécessaire de travailler dans le cours d'eau pour encastrer correctement les roches au pied de la berge
- Ne retirez pas de roches du lit du cours d'eau
- L'enrochement ne doit pas réduire la largeur de la section transversale du cours d'eau
- Disposez l'enrochement en une couche d'au moins 1,5 fois l'épaisseur de la taille maximale des roches, en tous les cas d'au moins 30 cm d'épaisseur
- Pour aider à stabiliser la zone, revégétalisez les pentes des berges
 - Des boutures d'arbustes peuvent être utilisées à l'intérieur et autour de l'enrochement

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

• Gabions

- Consultez un ingénieur pour connaître les critères de conception détaillés tels que :
 - la taille correcte des gabions;
 - la pente;
 - la longueur;
 - les méthodes de mise en place;
 - les fixations à la berge;
 - la protection de la base.
- Rassemblez le matériel, organisez l'approvisionnement en roches/gabions et le transport.
 - La mise en place des roches, le transport de nombreuses roches pouvant endommager la benne du camion et l'accès à la berge sont des facteurs critiques pour cette technique
- Utilisez un lit de gravier et de toile approprié comme revêtement (comme pour la mise en place d'un enrochement)
- Utilisez des paniers en plastique ou galvanisés et remplissez-les de roches plus grandes que les trous.
 - N'utilisez pas de roches provenant du lit du cours d'eau
- Attachez les paniers vides les uns aux autres et à la berge, puis remplissez-les de roches, à une profondeur maximale de 0,3 m. Répétez l'opération par étapes
- Remplissez l'espace derrière les paniers et revégétalisez de la même manière que pour un enrochement

9.6.6 Suivi et entretien

Les structures doivent être vérifiées périodiquement pour détecter tout signe de sapement. Remettez les roches en place, réparez les paniers endommagés des gabions et revégétalisez selon les besoins. Vérifiez l'érosion en aval des sites stabilisés. Si les gabions ont été correctement installés, ils ne devraient nécessiter que très peu d'entretien, voire aucun.

9.6.7 Considérations relatives aux coûts

L'utilisation d'enrochement et de gabions est généralement considérée comme très coûteuse en temps et en équipement, en particulier pour les grands projets. Les principaux coûts, outre le personnel, comprennent :

- la location de la pelle rétrocaveuse;
- le transport des roches;

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- l'achat de paniers spéciaux.

Les autres facteurs à prendre en compte sont la facilité d'accès, la proximité et le type de travail disponible, ainsi que les coûts de réensemencement et de revégétalisation.

9.7 Déflecteurs

Dans une étude de Hunt (1988), la plupart des projets comportant des structures de couvert des berges/déflecteurs ont produit une réponse positive dans les paramètres de population des truites. Les déflecteurs sont des structures qui dépassent de la berge dans l'écoulement principal du cours d'eau, et ils servent à :

- réduire la largeur du cours d'eau pour en augmenter la vitesse;
- détourner le courant vers la berge opposée dans le but de rétablir le profil sinueux du cours d'eau (figure 43).



Figure 43. Exemple de déflecteur simple

Divers plans ont été testés, mais les déflecteurs les plus naturels en apparence et les plus durables sur le terrain se sont révélés être ceux faits de roches ou de caissons de rondins (figure 44). Ils peuvent être très efficaces pour améliorer l'habitat des salmonidés s'ils sont utilisés pour dévier les courants vers des zones de couvert des berges (Hunt 1988). Ils peuvent être placés individuellement ou par paires pour :

- rétrécir un cours d'eau et approfondir le chenal;
- redonner à un cours d'eau une forme sinuose lorsqu'ils sont disposés en alternance.

On utilise souvent des gabions en guise de déflecteurs, même s'ils ne sont pas aussi esthétiques que les déflecteurs simples en roches ou en bois.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

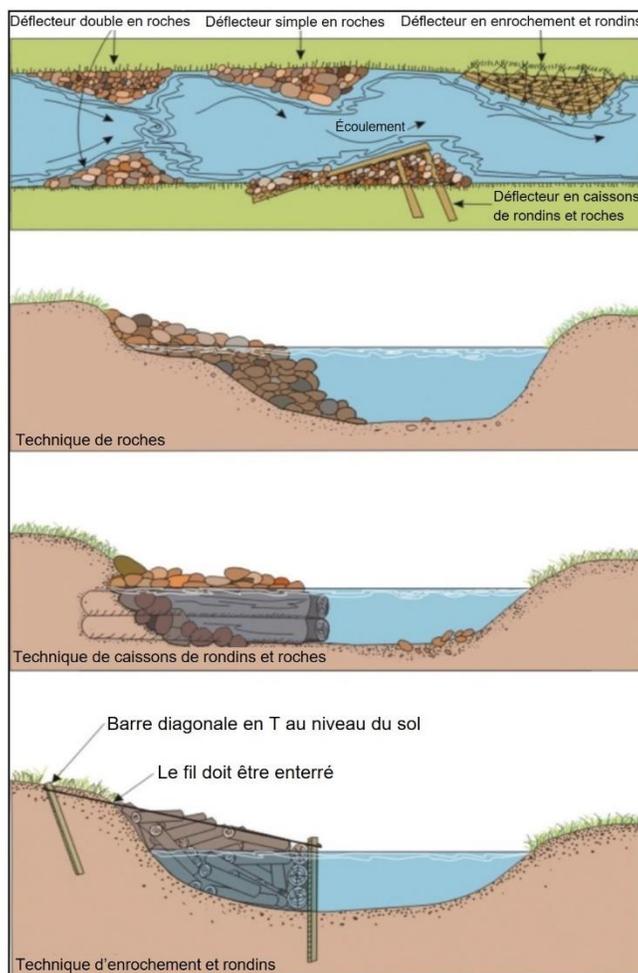


Figure 44. Exemples de déflecteurs en roches et en caissons de rondins

9.7.1 Objectifs

Les principaux objectifs d'un déflecteur sont les suivants :

- accélérer le retour d'un cours d'eau canalisé à sa configuration naturelle en méandres afin d'augmenter la quantité d'habitats de qualité pour les salmonidés;
- augmenter les vitesses afin de nettoyer le substrat de l'excès de sédiments;
- déposer des graviers propres immédiatement en aval.

9.7.2 Applicabilité

Cette technique convient surtout aux zones canalisées de pente faible ou moyenne. Les déflecteurs sont particulièrement utiles pour améliorer les zones plates, larges et lentes. Si la pente du cours d'eau est trop forte, il est très difficile d'empêcher les structures d'être emportées par le courant. Les déflecteurs ne conviennent pas aux zones où se

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

trouvent de grandes quantités de glace dense ou de débris ou des sections de cours d'eau instables. Ils ne doivent pas être placés à l'extérieur d'une courbe, car ils pourraient créer ou accélérer un problème d'érosion. Les déflecteurs simples utilisés en séquence redirigent le thalweg (chenal principal) et accentuent la sinuosité. Leur efficacité sur le plan de l'habitat du poisson est renforcée par la mise en place d'un couvert sur la berge opposée et légèrement en aval du déflecteur. Les déflecteurs disposés en double concentrent l'écoulement au centre du chenal et ont principalement pour effet l'approfondissement/l'affouillement de la fosse. Il peut également être nécessaire d'installer un enrochement sur la berge opposée au déflecteur pour prévenir l'érosion.

9.7.3 Avantages

Les déflecteurs offrent l'avantage d'être très économiques s'ils sont utilisés correctement et si les roches appropriées se trouvent en nombre suffisant sur le site. Lorsqu'ils sont combinés au couvert des berges, il est prouvé qu'ils augmentent le nombre de truites (Hunt 1988). Ils offrent une diversité d'habitats, un couvert et de la profondeur et facilitent le nettoyage des substrats en aval.

Les déflecteurs, s'ils sont correctement placés, peuvent également aider à stabiliser les berges du cours d'eau et à contrôler l'érosion.

9.7.4 Inconvénients

Cette technique présente l'inconvénient d'exiger un travail relativement intensif et de ne convenir que dans certaines situations. Elle peut également nécessiter un équipement lourd. L'avis d'un expert est vivement conseillé car ces structures risquent de provoquer une certaine érosion et une perte de stabilité des berges si elles ne sont pas conçues et construites correctement.

9.7.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Procédez à un relevé minutieux et prévoyez soigneusement le plan, de préférence avec l'aide d'un professionnel
 - Tenez compte des variables physiques telles que :
 - la composition et la hauteur des berges;
 - le gradient du cours d'eau;
 - sa largeur;
 - sa profondeur (à des débits élevés et faibles).
 - Les déflecteurs doivent être conçus de manière à ce que des conditions défavorables, telles que des niveaux d'eau extrêmement élevés et l'accumulation de glace, n'entraînent pas leur endommagement ou leur suppression totale

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Comme pour la plupart des autres techniques, vous devez prévoir les débits de pointe et effectuer la construction pendant les faibles débits d'été
- Trouvez et rassemblez les quantités voulues de roches et les fournitures pour le transport
 - Comme pour la mise en place des blocs rocheux et des enrochements, il s'agit d'une phase critique
 - L'accès aux berges du cours d'eau par les camions peut également être essentiel
- En général, il est recommandé de placer les déflecteurs en alternance, à une distance de 5 à 7 largeurs de cours d'eau, de manière à accentuer et à guider (mais sans bloquer) le profil d'écoulement normal
 - Si l'effet recherché est de réduire la largeur du cours d'eau afin de créer un long chenal profond ou une fosse, envisagez d'installer des déflecteurs doubles
- Les sections longues, droites et lentes d'un cours d'eau sont les meilleurs emplacements pour les déflecteurs
- En général, les déflecteurs ne doivent pas réduire la largeur du cours d'eau de plus d'un tiers
- Ils doivent être de forme triangulaire et :
 - former un angle inférieur à 45 degrés, de préférence plus proche de 30 degrés, sur le bord amont;
 - former un angle de 90 degrés ou plus par rapport au bord amont, sur le bord aval.
- Protégez la berge avec un enrochement ou un autre moyen à l'endroit où le déflecteur est en contact avec la berge aux extrémités amont et aval. Protégez également la rive opposée si nécessaire
- Ne placez pas les déflecteurs sur les crêtes des radiers ou sur les coudes des cours d'eau
- Placez-les uniquement sur un fond ferme; il peut être nécessaire de creuser un peu le lit du cours d'eau
- Prenez toutes les mesures nécessaires pour contrôler l'érosion des berges par des techniques de stabilisation et de revégétalisation
- Utilisez les plus grosses roches du côté amont du déflecteur et près du fond
 - La plus grosse roche doit se trouver au sommet;
 - Placez les pierres en formant un motif de chevauchement (double rangée du côté amont)
 - Remplissez les espaces vides avec des roches plus petites

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Inclinez le déflecteur en pente ascendante sur la berge, remplissez le centre avec des pierres plus petites et envisagez de végétaliser avec des graminées
 - La hauteur finale du déflecteur doit permettre le passage de la glace et des débris pendant les épisodes de fort débit
- Les roches utilisées dans le déflecteur ne doivent pas être retirées du lit du cours d'eau, sauf si l'on enlève le perré pour accélérer la création d'une fosse ou du thalweg

9.7.6 Suivi et entretien

Il convient de contrôler périodiquement les structures pour vérifier l'absence de sapement, d'érosion des berges et de tout autre dommage, et effectuer les réparations appropriées. Stabilisez les berges en érosion et repérez tout affouillement et/ou dépôt de matériaux.

9.7.7 Considérations relatives aux coûts

Cette technique est économique si les roches appropriées sont disponibles en quantité suffisante à proximité. Ce type de projet peut être gourmand en main-d'œuvre si un grand nombre de déflecteurs est nécessaire. Les coûts de réparation sont minimes ou nuls si les déflecteurs ont été conçus et construits correctement. Si des engins lourds sont nécessaires, le coût augmente considérablement.

9.8 Fosses d'aval (ponceaux)

Les ponceaux mal installés peuvent avoir de graves effets sur les populations de poissons en éliminant tout accès antérieur à l'habitat en amont. En 1988, la Salmon Association of Eastern Newfoundland (SAEN) a mené des études approfondies sur les ponceaux de la presqu'île Avalon et a constaté que sur les 850 ponceaux examinés, environ un tiers était considéré comme totalement infranchissable par les poissons et un autre tiers comme douteux (Buchanan *et al.* 1989).

L'élimination ou le remplacement physique de grands obstacles, tels que des ponceaux routiers mal installés, des chutes d'eau ou la construction de passes à poissons, sort du cadre de ce manuel. L'enlèvement des petites obstructions est couvert à la section 9.1 (Enlèvement des débris dans le cours d'eau). Cette section décrit la création de structures, telles que des fosses d'aval, qui facilitent le passage du poisson dans les ponceaux mal installés (figure 45).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

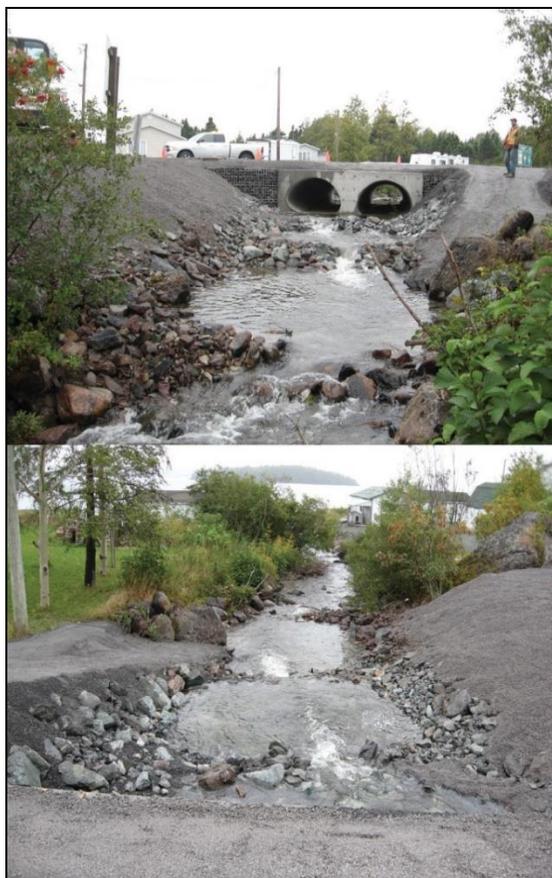


Figure 45. Ponceau avec fosses d'aval

9.8.1 Objectifs

La facilitation du passage du poisson à travers les ponceaux vise à rétablir tous les habitats disponibles pour l'ensemble de la population du cours d'eau en restaurant le passage du poisson à un état plus naturel, d'avant le ponceau.

9.8.2 Applicabilité

La création de fosses d'aval ou de sortie s'applique surtout aux ponceaux à pente faible ou moyenne où la sortie du ponceau crée un obstacle à la migration des poissons. Elle ne doit être envisagée que dans les cas où un habitat du poisson existe en amont du ponceau et où il n'y a pas de mouvement excessif de substrat, de débris ou de glace dense. Les chutes hautes ou les pentes abruptes en aval des ponceaux peuvent empêcher ce type d'approche pour améliorer le passage du poisson; il convient donc de consulter des experts en ingénierie avant d'entreprendre un tel projet.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.8.3 Avantages

La création de fosses à la sortie des ponceaux présente plusieurs avantages : elle rétablit l'accessibilité aux tronçons situés en amont, fournit une zone de repos pendant la migration et peut être construite avec des matériaux naturels.

9.8.4 Inconvénients

Le principal inconvénient de la création de marmites de géants à la sortie des ponceaux est que si elles sont mal installées, elles peuvent être emportées par les eaux ou refoulées et provoquer des inondations localisées. Les marmites de géants mal conçues peuvent également devenir des obstructions, en particulier pendant les périodes de faible débit (figures 46 et 47).



Figure 46. Tentative manquée de créer une marmite de géants sur un ponceau mal installé



Figure 47. Fosse bien construite, mais mauvaise protection des berges

9.8.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Planifiez et concevez soigneusement votre projet, en coopération avec les experts appropriés.
 - Demandez des conseils en ingénierie et en biologie durant la phase de planification du projet
- Mettez des fosses d'aval en place uniquement pour les ponceaux ayant une chute d'eau en aval, qui constitue un obstacle complet ou pourrait gêner l'accès à l'habitat du poisson en amont

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- Mettez des fosses d'aval en place uniquement dans les zones où le substrat est raisonnablement stable et qui sont exemptes de grandes quantités de débris flottants et de glace
- Protégez le lit et les berges du cours d'eau avec des enrochements si nécessaire
- Construisez des fosses de contrôle de l'eau d'aval avec des roches, comme illustré à la figure 48
- Prévoyez le passage du poisson lorsque le niveau d'eau est bas.
 - Si vous utilisez un barrage en enrochement complet, assurez-vous qu'il est entaillé en son centre pour permettre le passage à faible débit.
 - Si la chute de la structure de contrôle est supérieure à environ 15,0 cm, utilisez une série de structures (formation de gradins)
- Les fosses doivent être en forme de poire et avoir une taille telle que :
 - leur longueur est de 2 à 4 fois le diamètre du ponceau pour le passage du poisson;
 - leur largeur est de 2 à 3 fois le diamètre du ponceau pour le passage du poisson;
 - leur profondeur est égale à 0,5 fois le diamètre du ponceau pour le passage du poisson, avec un minimum de 1 m
- Les fosses doivent être conçues de façon à assurer une transition en douceur de l'écoulement d'eau du ponceau à la largeur naturelle du cours d'eau

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

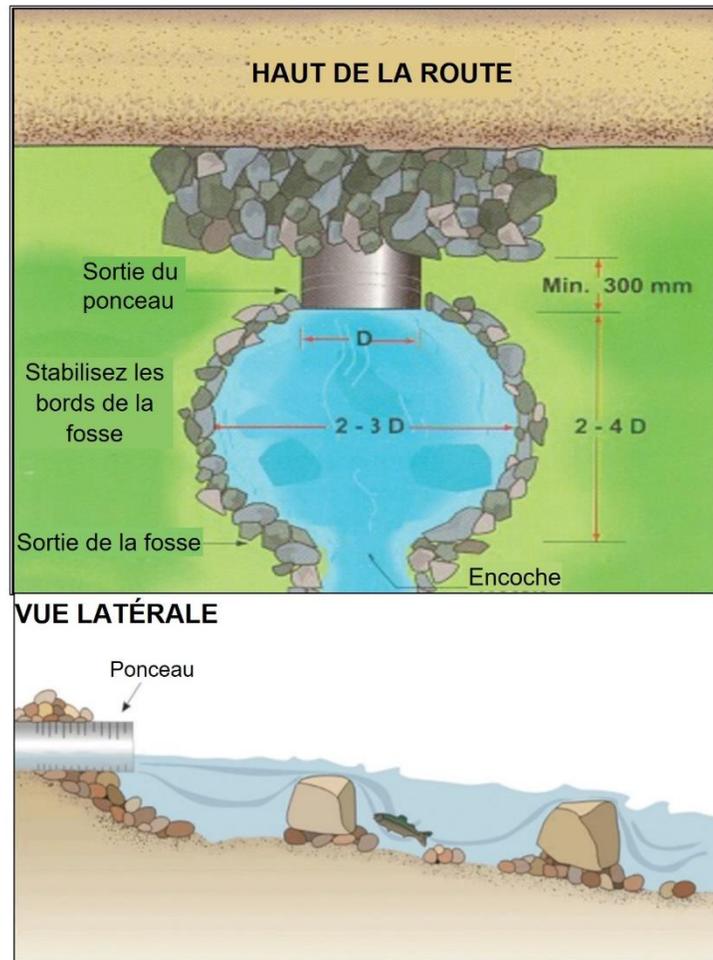


Figure 48. Schéma d'une fosse d'aval correctement construite avec des roches et aux dimensions recommandées (en haut), ainsi qu'un profil de la construction du ponceau et de la fosse (en bas)

9.8.6 Suivi et entretien

Inspectez régulièrement les structures pour vérifier l'absence de sapement, d'érosion et d'accumulation de débris. Effectuez les réparations nécessaires. Vérifiez la présence de poissons dans les tronçons en amont comme indicateur du succès du passage. Cela peut se faire par des relevés visuels, par pêche à l'électricité ou par d'autres méthodes approuvées par le MPO.

9.8.7 Considérations relatives aux coûts

Cette technique est raisonnablement économique si des roches sont disponibles à proximité du site et si une pelle rétrocaveuse n'est pas requise. Seuls des matériaux

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

naturels sont utilisés. Elle ne devrait nécessiter que peu ou pas d'entretien si l'installation est faite correctement.

9.9 Retenue et mise en place de gravier

Dans de nombreuses rivières de Terre-Neuve-et-Labrador, principalement en raison de la géomorphologie régionale et du gradient du cours d'eau, les frayères et les substrats de fraie appropriés sont considérés comme potentiellement limitatifs pour la production des poissons (Scruton *et al.* 1996). Dans les cas où l'on a déterminé que l'habitat de fraie est un facteur limitatif, il est possible d'améliorer la production des salmonidés en augmentant la qualité et la quantité d'habitats de fraie disponibles. À cette fin, on peut installer des structures dans le cours d'eau pour piéger les graviers de taille appropriée et/ou ajouter du gravier propre et trié directement dans le lit du cours d'eau (figure 49).



Figure 49. Cours d'eau avec bonne mise en place du gravier

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.9.1 Objectifs

Cette technique vise à augmenter le potentiel de fraie dans l'habitat du poisson par la mise en place du gravier approprié ou l'utilisation de structures dans le cours d'eau qui retiennent ou nettoient le matériau de fraie existant.

9.9.2 Applicabilité

Les dispositifs de retenue du gravier ne conviennent qu'aux cours d'eau dont la charge de fond (sédiments se déplaçant sur le lit du cours d'eau ou à proximité) est adéquate, mais dont les composantes ne sont pas suffisantes pour les stabiliser. Les dispositifs de retenue doivent être installés dans les sections du cours d'eau qui sont stables et relativement droites.

La mise en place de gravier convient pour les sections du cours d'eau qui répondent à des critères hydrauliques propices à la rétention de gravier, mais qui ne disposent pas d'une source naturelle (par exemple, une section de cours d'eau en aval d'un lac ou d'un réservoir). Les taux de réussite sont les plus élevés lorsque le débit du cours d'eau est relativement stable. Les cours d'eau qui ont un débit instable ou connaissent des crues extrêmes nécessitent des dispositifs de retenue pour stabiliser les graviers.

Il faut déterminer si l'habitat de fraie est un facteur limitatif avant la phase de planification. Un habitat d'alevinage suffisant doit également être disponible afin de soutenir les augmentations de la production d'alevins.

9.9.3 Avantages

La retenue de gravier présente l'avantage de permettre l'installation en parallèle d'un grand nombre des structures de cours d'eau susmentionnées, telles que les déflecteurs, les blocs rocheux et les obstacles peu élevés, pour diversifier l'habitat (figure 50).



Figure 50. Graviers s'accumulant à l'extrémité amont d'un obstacle peu élevé

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

La mise en place de gravier peut être effectuée à la main, si nécessaire, et peut donner de bons résultats en termes de production des poissons avec relativement peu d'efforts supplémentaires.

9.9.4 Inconvénients

La retenue du gravier par des structures placés dans le cours d'eau devient un inconvénient lorsque le gravier excédentaire est déposé et perturbe d'autres caractéristiques de ces structures. Par exemple, une structure de berge sous-cavée peut retenir des graviers au point que le couvert qu'elle fournit disparaît.

Gardez à l'esprit que l'absence de graviers dans une section du cours d'eau n'est pas toujours due au fait que l'approvisionnement en amont est limité, mais parfois à une caractéristique de la zone, comme des débits printaniers excessivement élevés ou l'affouillement par la glace. Le gravier peut être perdu s'il est mal placé et emporté par le cours d'eau ou recouvert de limon. De même, s'il n'y a pas de source de réapprovisionnement continu en gravier, celui-ci peut finir par disparaître en raison du mouvement de la charge de fond.

9.9.5 Lignes directrices/mise en œuvre

- Tous les travaux dans le cours d'eau doivent être effectués pendant les périodes de faible débit
- Il convient d'obtenir l'avis d'un professionnel pour prévoir l'emplacement de l'affouillement et du dépôt, ainsi que pour déterminer le type de structure qui serait le plus efficace
- Les structures doivent être installées dans les radiers ou à la sortie des fosses, de préférence là où la largeur du chenal est de 30 à 50 % supérieure à la largeur moyenne
- Toutes les structures utilisées doivent permettre le passage du poisson à tout moment et dans tous les débits
- Les graviers de fraie de qualité sont meubles et ont tendance à être instables
 - Il convient d'installer des dispositifs de retenue parallèlement à la mise en place du gravier pour empêcher les eaux d'emporter celui-ci
- Le substrat de fraie est constitué de graviers propres de différentes tailles, généralement comprises entre 0,2 et 5 cm, selon l'espèce et la taille des poissons
- Les graviers peuvent être placés autour des structures existantes dans le cours d'eau, comme les amas de blocs rocheux (figure 51)

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

- L'absence de substrat de fraie approprié n'est pas nécessairement due à l'incapacité du cours d'eau à stabiliser les matériaux, mais plutôt à l'absence d'une source de matériaux appropriée



Figure 51. Gravier placé en amont d'un amas de blocs rocheux détachés

9.9.6 Suivi et entretien

Il convient de vérifier l'érosion des structures dans le cours d'eau et de remédier à tout problème observé. Si les structures de retenue sont stables, mais ne retiennent pas bien le gravier propice à la fraie, l'ajout de gravier peut être envisagé. Il est possible de stabiliser les graviers mis en place en amont et transportés en aval en installant des structures de retenue (figure 52).

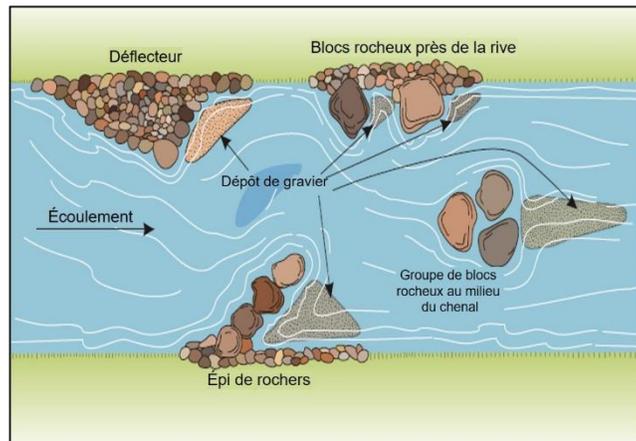


Figure 52. Gravier mis en place et retenus par différentes structures de roches

9.9.7 Considérations relatives au coût

Les considérations relatives aux coûts des structures de retenue sont similaires à celles décrites précédemment. L'acquisition de graviers de fraie peut être coûteuse si une

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

source locale n'est pas disponible. Le substrat nécessaire pour la fraie doit être placé à une profondeur suffisante (jusqu'à 50 cm) pour que les femelles de l'espèce ciblée puissent créer les nids. Sur ce point, il faut également noter que la forme des graviers et du substrat de fraie doit être lisse et arrondie et non pointue et anguleuse afin de ne pas blesser les poissons lors de la construction des nids. De plus, la composition du substrat placé doit s'apparier avec le substrat existant (même type de roche). Tous ces facteurs peuvent augmenter le coût de cette technique.

Le transport des matériaux peut être coûteux, ainsi que la mise en place si des engins lourds sont nécessaires. Toutefois, la plupart du temps, l'installation peut être effectuée à la main. Dans ce cas, il convient de prendre en compte le nombre total d'employés/volontaires requis.

9.10 Autres techniques et combinaisons

D'autres techniques sont souvent abordées dans les manuels d'amélioration et de mise en valeur des cours d'eau :

- enlèvement des grandes obstructions;
- construction de radiers/fosses;
- mise en place de passes à poissons;
- mise en place de chenaux de fraie;
- diverses combinaisons de techniques.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.10.1 Enlèvement des grandes obstructions

L'enlèvement des grandes obstructions au déplacement des poissons, telles que les chutes d'eau (figure 53) ou les obstacles à la vitesse, peut ouvrir de nouvelles zones pour les saumons et les truites anadromes. Comme cette technique comporte généralement un dynamitage ou la construction d'une échelle à poissons, elle n'est pas recommandée pour une utilisation courante par les groupes publics.

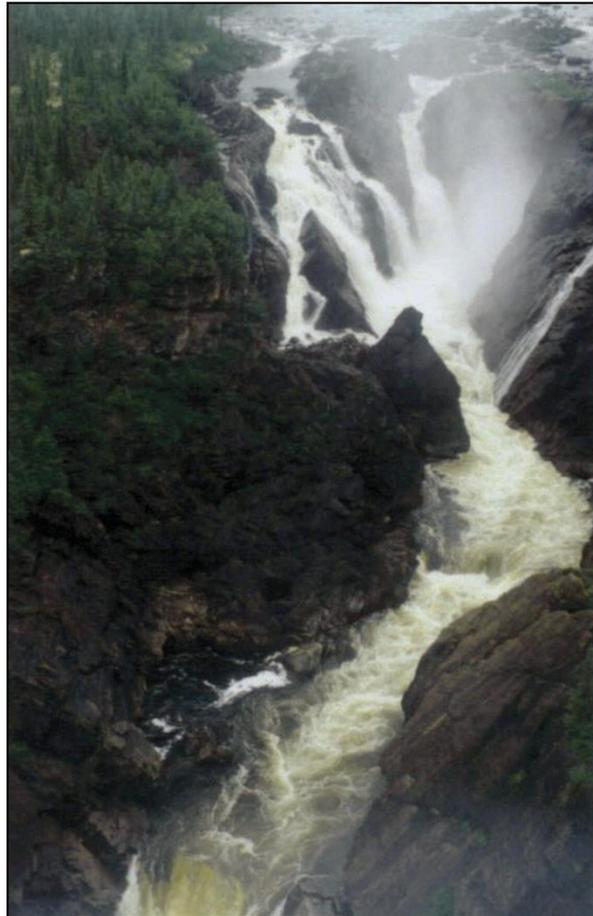


Figure 53. Obstruction complète du passage du poisson par une chute d'eau, rivière

Toutefois, dans certaines circonstances, l'enlèvement des grandes obstructions peut être hautement souhaitable et il convient alors de consulter le MPO. Une étude minutieuse du système s'impose aussi afin de s'assurer qu'il n'y aura pas d'impacts négatifs tels que :

- l'introduction de maladies, de parasites ou de prédateurs indésirables dans d'autres parties du bassin hydrographique;
- une perturbation importante de la biodiversité en amont d'une obstruction complète.

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau

9.10.2 Construction de radiers/fosses

La construction de nouveaux chenaux, qui intègrent des séquences de radiers et de fosses dans des cours d'eau naturels ou artificiels existants, constitue un projet à grande échelle qui sort du cadre de ce manuel et du financement de la plupart des groupes d'intérêt public/de conservation (figure 54). Newbury et Gaboury (1993) donnent un aperçu des techniques de relevé et de construction. Ils ont également produit une vidéo sur le processus de construction. Ce type de projet ne peut être mené à bien qu'avec l'aide de spécialistes de l'environnement, d'hydrologues et d'ingénieurs qualifiés.



Figure 54. Construction de séquences de radiers et de fosses artificiels

9.10.3 Passes à poissons et chenaux latéraux

Les chenaux de fraie et les passes à poissons constituent des projets de grande envergure et sortent donc du cadre du présent manuel (figure 55). Vous trouverez davantage de renseignements sur les passes à poissons et les chenaux latéraux dans Clay (1961); le MPO *et al.* (1980) et Katopodis (1992).

9.0 Options d'amélioration des cours d'eau



Figure 55. Sortie d'une passe à poissons typique à fente verticale

9.10.4 Combinaisons de techniques

La plupart des techniques décrites dans ce manuel peuvent être utilisées les unes avec les autres, par exemple si vous désirez obtenir plus d'un résultat (figure 56). La combinaison connue la plus efficace est l'utilisation de déflecteurs avec un couvert des berges du cours d'eau sur la rive opposée (Hunt 1988). Dans les conditions locales de Terre-Neuve-et-Labrador, l'utilisation de déflecteurs combinée à des abris d'arbres ou de broussailles (ou la plantation d'une végétation basse) sur la rive opposée peut également être recommandée. Les déflecteurs peuvent également être très efficaces lorsqu'ils sont utilisés avec des berges sous-cavées. L'enrochement est souvent combiné à de nombreuses techniques telles que les obstacles peu élevés et les déflecteurs, qui renforcent la stabilité des structures et du littoral.



Figure 56. Chenal latéral dynamité autour de l'obstacle à la migration

10.0 Suivi, entretien et documentation

10.1 Suivi

L'élaboration d'une stratégie pour évaluer l'efficacité des efforts de restauration et améliorer les programmes futurs est une composante importante de tout projet de restauration, souvent absente ou inadéquate dans de nombreux programmes (Keeley *et al.* 1996).

Un suivi approprié permet de :

- évaluer l'efficacité des méthodes et des matériaux utilisés et formuler des commentaires utiles pour les projets futurs;
- améliorer la qualité des futurs plans et fournir des données supplémentaires sur l'applicabilité;
- déterminer plus facilement les besoins d'entretien.

Un facteur majeur de l'évaluation des projets de restauration d'un habitat est le temps nécessaire pour que les composantes de cet habitat se stabilisent; il est en outre possible que les populations de poissons mettent plus de temps à réagir à ces conditions (Hunt 1976; Reeves *et al.* 1991; Scruton 1996).

D'autres collectivités ont recommandé de poursuivre l'évaluation ou le suivi d'un projet de restauration ou de construction d'un habitat pendant une période maximale de deux cycles biologiques de l'espèce en question afin de documenter adéquatement sa réaction (Everest *et al.* 1991).

Outre la surveillance de l'intégrité structurelle, le meilleur suivi est celui qui évalue les effectifs de poissons résidents et/ou la disponibilité de l'habitat avant et après l'amélioration du cours d'eau. Les estimations des populations doivent inclure tous les groupes d'âge et un segment suffisamment grand du cours d'eau pour que l'on puisse être sûr que les changements dans les effectifs ne sont pas simplement dus à une variation de la répartition dans le cours d'eau. La pêche à l'électricité est probablement la technique la plus efficace dans les petits cours d'eau de Terre-Neuve-et-Labrador, mais les relevés adéquats exigent un équipement et des connaissances qui ne sont pas facilement accessibles à la plupart des groupes publics (figure 57). Il peut être nécessaire de faire appel à un professionnel expérimenté/qualifié de l'environnement. Il faut obtenir un permis du MPO pour la pêche à l'électricité ou toute autre technique de relevé qui comporte la manipulation des poissons. Il est donc recommandé que les groupes souhaitant effectuer des relevés par pêche à l'électricité communiquent avec

10.0 Suivi, entretien et documentation

l'équipe de délivrance des permis du MPO de Terre-Neuve-et-Labrador pour obtenir les permis appropriés. Voir la section « Coordonnées » à la fin du manuel.



Figure 57. Relevés par pêche à l'électricité dans un petit cours d'eau

D'autres techniques de suivi, beaucoup moins efficaces, comprennent :

- des relevés visuels;
- des marches ou des plongées en apnée;
- la surveillance de la pêche récréative (c'est-à-dire des enquêtes sur le taux de réussite des pêcheurs à la ligne).

Ces techniques sont beaucoup moins utiles que les relevés par pêche à l'électricité correctement menés, car les petits poissons, y compris les jeunes de l'année (probablement l'indicateur le plus fiable d'un cours d'eau en bonne santé), sont largement sous-estimés ou complètement omis.

On peut aussi réaliser des relevés sur l'habitat physique pour juger des améliorations qui y ont été apportées, mais pour être vraiment significatifs, ils doivent être liés aux informations sur la répartition et l'abondance des poissons.

10.0 Suivi, entretien et documentation

10.2 Entretien

Pour chaque technique recommandée, l'entretien nécessaire est abordé brièvement dans la section correspondante du présent document. En général, si elles sont correctement appliquées, les techniques mises ici en avant ne devraient nécessiter que peu ou pas d'entretien. Hulbert (1986) fournit l'une des rares analyses disponibles des coûts d'entretien sur une longue période pour diverses structures d'amélioration des cours d'eau de l'État de New York (138 au total). Il a constaté qu'au bout de 30 ans, les pourcentages suivants de chaque type de structure dans un cours d'eau nécessitaient un entretien :

- creusement de fosses (obstacles peu élevés, type rampe) – 28 %;
- déflecteurs triangulaires (rondins) – 20 %;
- déflecteurs (caissons de rondins) – 14 %;
- enrochement – 14 %;
- stabilisateurs de berges en rondins – 14 %;
- déflecteurs pyramidaux (rondins) – 6 %.

Cependant, la plupart des réparations étaient relativement peu coûteuses, à l'exception des matériaux de stabilisation des berges (enrochements et rondins).

10.3 Documentation

La documentation du processus intégral est l'un des aspects les plus importants des projets d'amélioration des cours d'eau. Cette documentation peut fournir de précieuses informations pour des projets nouveaux ou proposés, et mettre en évidence certains efforts et les délais correspondants. Par exemple, les photos d'un rivage revégétalisé montrent les plantes qui poussaient le mieux au départ et celles qui sont devenues le couvert dominant après stabilisation du site.

La documentation des projets, qui peut servir de base pour évaluer leur efficacité, s'effectue selon différentes méthodes, parmi lesquelles :

- Documentation du projet
 - l'emplacement;
 - le type;
 - les matériaux utilisés;
 - les rapports;
 - les résultats;
 - les diagrammes du cours d'eau.

10.0 Suivi, entretien et documentation

- Documentation photographique
 - des points photos sont établis et utilisés pour constituer un enregistrement visuel des changements observés – avant et après le traitement et 2 ans après la construction initiale
 - Enregistrez les informations telles que :
 - le bassin;
 - le nom du cours d'eau;
 - la localisation GPS;
 - le numéro;
 - la date;
 - la longueur focale.
 - Les photos sont généralement prises de manière conservatrice et depuis un endroit plus élevé dans un souci de répétabilité.
 - Les points photographiques doivent être :
 - bien décrits (et marqués si possible);
 - pris la même semaine chaque année avec le même débit;
 - marqués ou suffisamment décrits pour être reproductibles.
- Les enregistrements numériques des projets dans les cours d'eau peuvent également être utilisés pour consigner les modifications apportées au projet

11.0 Glossaire

Adulte : Poisson mature, capable de frayer.

Affouillement : Érosion du lit ou des parois du cours d'eau par le courant.

Alevin d'un an : Terme utilisé pour décrire les salmonidés immédiatement après le stade de l'alevin vésiculé; également appelé alevin.

Alevin vésiculé : Jeune salmonidé nouvellement éclos, encore attaché au sac vitellin qu'il utilise pour se nourrir.

Algues : Plantes microscopiques qui vivent dans l'eau ou fixées aux rochers.

Amélioration : Comprend les activités qui augmentent le nombre de poissons dans un cours d'eau par des mesures techniques. Les méthodes et techniques utilisées dans les travaux de mise en valeur des salmonidés peuvent inclure la construction de passes à poissons, l'empoissonnement, l'élevage semi-naturel, les transferts d'adultes, l'exploitation des chenaux de fraie, l'incubation des œufs et l'enlèvement des obstacles.

Anadrome : Désigne les poissons qui frayent en eau douce, mais migrent vers la mer pour se nourrir.

Benthique : Qui se rapporte ou se produit au fond d'une masse d'eau; renvoie généralement à l'endroit où vivent les animaux ou les plantes.

Berge sous-cavée : Endroit où le courant creuse une partie de la berge pour créer un surplomb; les salmonidés, en particulier la truite brune, privilégient ces zones pour s'abriter. Les berges sous-cavées se trouvent généralement à l'extérieur des courbes dans les zones herbeuses.

Bloc rocheux : Roche de plus de 25 cm de diamètre.

Caillou : Roche mesurant entre 0,4 et 6 cm.

Canalisation : Endroit où l'homme a créé un cours d'eau artificiel en redressant un chenal existant ou en détournant le cours d'eau dans une tranchée rectiligne; pratique courante à Terre-Neuve pour abaisser le niveau de la nappe phréatique, réduire le risque d'inondation ou dégager plus de terres à des fins de développement.

Champignons : Organismes primitifs qui se nourrissent généralement de matières végétales ou animales, vivantes ou mortes; ce groupe compte plus de 90 000 espèces, y compris les moisissures, les levures et les champignons. Ils sont extrêmement

importants pour le transfert d'énergie nutritionnelle des formes de vie inférieures aux formes supérieures.

Charge sédimentaire : Désigne la quantité de sédiments transportée dans l'eau.

Chenal : Zone dans laquelle l'eau s'écoule ou s'écoulait.

Chironomidés : Petits insectes appelés moucheron dont les larves sont aquatiques; nourriture fréquente des salmonidés.

Conifères : Arbres qui conservent généralement toute l'année leurs feuilles en forme d'aiguilles, comme le pin, le mélèze et l'épicéanette. Le mélèze est une exception dans la mesure où cette essence perd ses feuilles à l'automne.

Construction de terrasses : Technique utilisée pour stabiliser les pentes raides. Elle consiste à construire une série de larges « marches » sur le terrain.

Couvert : Emplacement où les poissons peuvent trouver un abri contre les courants forts et les prédateurs et où les conditions de température et de lumière sont appropriées.

Défecteur : Dispositif de restauration de cours d'eau utilisé pour dévier le courant vers la rive opposée.

Diatomées : Type le plus courant d'algues microscopiques.

Eau souterraine : Eau provenant de sources souterraines; se trouve dans les roches poreuses et les aquifères.

Écosystème : Relation complexe entre toutes les formes de vie (bactéries, plantes, animaux), leurs processus biologiques (photosynthèse, respiration, excrétion de déchets) et leur environnement physique (lumière, température, facteurs chimiques). Le terme est souvent ramené à l'expression « écosystème du cours d'eau » ou « écosystème lacustre ».

Enrochement : Couverture de roches placées pour protéger les berges d'un cours d'eau de l'érosion.

Érosion : Processus d'altération des roches et du sol par le vent et l'eau. Elle peut être d'origine naturelle, comme dans les zones où les berges sont très abruptes, où il y a des infiltrations d'eau de source et des pénétrations du gel, ou d'origine anthropique à la suite de l'enlèvement de la végétation, de la terre végétale ou de modifications du chenal ou des berges du cours d'eau. L'érosion excessive des berges des cours d'eau est préjudiciable à l'habitat du poisson, principalement en détruisant la végétation des berges et en augmentant la charge sédimentaire, qui peut se déposer sur les frayères des salmonidés et les détruire.

11.0 Glossaire

Feuillus : Désigne généralement les arbres dont les feuilles sont relativement plates et tombent à l'automne.

Fosse : Zone d'eau profonde du cours d'eau; zone lisse et tranquille sauf à l'endroit où l'eau s'y déverse.

Gabion : Panier métallique spécialement conçu (galvanisé ou plastifié) qui peut être rempli de roches pour stabiliser les pentes.

Galet : Roche d'un diamètre compris entre 6 et 25 cm.

Gradient : Pente.

Gravier : Roche d'un diamètre compris entre 0,2 et 0,4 cm.

Grilse : Saumon unibermarin qui retourne dans sa rivière natale.

Habitat : L'ensemble de l'environnement nécessaire à un organisme pour accomplir ses fonctions vitales. L'habitat du poisson comprend des éléments tels que la qualité de l'eau, la nourriture, l'abri et l'espace.

Habitat d'alevinage ou de croissance : Zone du cours d'eau où les poissons juvéniles effectuent leur processus biologique. Les aires de croissance des salmonidés diffèrent quelque peu selon l'espèce (par exemple, l'omble de fontaine préfère des eaux plus calmes que le saumon), mais elles sont généralement caractérisées par des zones de radier peu profondes, avec un substrat de blocs rocheux et de galets et une végétation dans le cours d'eau et sur les berges.

Hybride : Croisement entre deux espèces différentes; produit souvent une descendance stérile.

Hydroensemencement : Procédé par lequel les engrais, les semences de gazon et le paillis sont mélangés mécaniquement et étalés sous pression sur un substrat à ensemercer.

Hydrologie : Étude des ressources hydriques et des processus physiques et géologiques afférents.

Invertébrés : Animaux tels que les insectes qui n'ont pas de squelette interne.

Juvenile : Poisson immature.

Lac oligotrophe : Caractérisé par une faible productivité primaire et de faibles concentrations de phosphore. De nombreux lacs nordiques sont oligotrophes.

Larve : Forme juvénile d'un insecte; de nombreux insectes pondent leurs œufs dans les cours d'eau et ont des larves aquatiques qui vivent sur le fond ou à proximité; les larves d'insectes sont des sources primaires de nourriture pour tous les salmonidés, en

particulier pour les truites et les jeunes saumons vivant dans les cours d'eau. Les alevins vésiculés sont parfois appelés larves de poisson.

Lit du cours d'eau : Fond du cours d'eau.

Matière organique : Matière dérivée d'organismes vivants (par exemple, feuilles de plantes en décomposition); elle constitue une source extrêmement importante d'énergie alimentaire dans l'écosystème d'un petit cours d'eau.

Méandre : Courbe dans le profil du cours d'eau.

Mètre (m) : Unité de mesure égale à 3,28 pieds. Un centimètre (cm) correspond à 1/100^e de mètre ou 0,39 pouce.

Mollusques : Groupe d'invertébrés comprenant les palourdes, les moules, les escargots et les limaces.

Nappe phréatique : Zone naturelle de stockage d'eau souterraine qui contient de l'eau toute l'année; elle peut être située ou non près de la surface.

Nid : « Nid » de gravier où les salmonidés pondent leurs œufs.

Niveau de saturation : Concentration à laquelle un liquide (par exemple, l'eau) ne peut plus accepter de gaz supplémentaire (par exemple, l'oxygène); varie avec la température.

Nutriments : Produits chimiques, tels que le silicate, le phosphate et le nitrate, qui sont essentiels à la croissance de tous les types de plantes. Cependant, un apport excessif de nutriments est préjudiciable à l'écosystème d'eau douce, car il stimule trop la croissance des plantes.

Nymphe : Forme jeune biologique de certains types d'insectes (par exemple, les éphéméroptères); il suit le stade larvaire et vit librement.

Obstacle peu élevé : Barrage bas.

Ouananiche : Saumon qui ne migre pas vers la mer.

Pesticides : Substances chimiques toxiques servant à tuer les plantes (herbicides ou désherbants) ou les animaux indésirables; le fénitrothion est un pesticide utilisé contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette. De nombreux pesticides sont toxiques à divers degrés pour les jeunes poissons.

pH : Échelle logarithmique de 1 à 14 utilisée pour donner une indication de l'acidité (ou inversement, de l'alcalinité); plus le chiffre est bas, plus le liquide est acide; un pH de 7 est neutre.

11.0 Glossaire

Plaine inondable : Zone adjacente à un cours d'eau qui est souvent inondée pendant les périodes de crue du printemps et de l'automne.

Plancton : Organismes aquatiques; le phytoplancton est composé de plantes, notamment de diatomées; le zooplancton est composé d'animaux tels que les petits crustacés copépodes. Il peut être une source de nourriture importante pour les salmonidés dans les lacs et en mer.

Plat courant : Courant profond, modéré à rapide, beaucoup moins turbulent que les rapides.

Production : Augmentation de la biomasse des poissons au fil du temps dans une zone déterminée, généralement exprimée en $g/m^2/an$.

Radier : Zone d'eau peu profonde où la surface est percée de graviers et de galets; l'écoulement est rapide.

Rapide : Zone d'un grand cours d'eau ou d'une rivière où l'eau est très rapide, turbulente, essentiellement blanche, et où le fond est constitué de substrat rocheux ou de blocs rocheux.

Remous : Zones d'un cours d'eau où les courants s'écoulent en rond, par exemple au bord de structures comme des blocs rocheux. Les remous constituent un excellent habitat pour les salmonidés.

Réseau trophique : Diagramme représentant toutes les relations alimentaires qui concernent une espèce, un groupe d'espèces ou un écosystème; parfois appelé chaîne alimentaire.

Restauration : Tentative de ramener un cours d'eau endommagé par des activités anthropiques à son niveau naturel de production des poissons.

Salmonidé : Membre de la classe biologique des poissons appelée Salmonidés; cette classe comprend la truite, le saumon, l'omble, le corégone et l'ombre.

Saumon arc-en-ciel : Truite arc-en-ciel anadrome.

Saumoneau : Stade du cycle biologique du saumon atlantique qui migre pour la première fois vers la mer après avoir perdu ses marques de parr; à Terre-Neuve, cela se produit habituellement entre 2 et 5 ans; couleur argentée.

Stabilisation des berges : Contrôle de l'érosion des berges des cours d'eau.

Substrat rocheux : Roche solide non recouverte par un sol.

Substrat : Désigne la surface du lit du cours d'eau, comme le gravier, les galets ou les blocs rocheux.

Tacon : Salmonidé juvénile; on le reconnaît généralement à sa taille (de 6,0 à 12,0 mm) et à la présence de marques de parr (bandes verticales) sur le côté.

Terrestre : Provenant de la terre.

Thalweg : Partie la plus profonde du chenal principal d'un cours d'eau, qui serpente généralement d'avant en arrière sur la largeur de la zone mouillée du cours d'eau à mesure que l'on progresse vers l'amont ou l'aval.

Transpiration : Processus par lequel les plantes absorbent l'eau du sol et la rejettent dans l'air sous forme de vapeur d'eau. Un grand arbre à larges feuilles peut transpirer 500 gallons par jour.

Trichoptères : Insectes de taille petite à moyenne, qui ressemblent à des papillons de nuit et dont les larves se développent dans les cours d'eau (ordre : Trichoptères); alimentation habituelle des truites et des jeunes saumons.

Vitesse : Terme utilisé pour désigner la vitesse, telle que la vitesse de l'eau, exprimée en m/s, km/h ou mph.

Zone tampon : Bande de végétation naturelle laissée en place entre une route ou un autre aménagement et le cours d'eau.

12.0 Bibliographie

- Amiro, P. 1993. Habitat measurement and population estimation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). p.81 – 97. Dans R.J. Gibson et R.E. Cutting [dir.] Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 118, 262 p.
- Anderson, T.C. 1985. Proceedings of the Noel Paul's Atlantic salmon enhancement workshop 1982, 1983 and 1984. Rep. par la Section du dévelop. des ressources, programme sur les poissons d'eau douce et anadromes, Direction des ressources halieutiques, Pêches et Océans, St. John's. 130 p.
- Beak Consultants Limited. 1993. Evaluation of the effectiveness of man-made spawning and rearing habitat in reservoirs and streams. Rep. 9119 G 862, Canadian Electrical Association, Montréal, 116 p, 2 annexes.
- Bley, P.W. 1987. Age, growth, and mortality of juvenile Atlantic salmon in streams: a review. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 87(4). 25 p.
- Bouwes, B., Weber, N., Jordan, C.E., Saunders, W.C., Tattam, I.A., Volk, C., Wheaton, J.M., et Pollock, M.M. 2016. Ecosystem experiment reveals benefits of natural and simulated beaver dams to a threatened population of steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). Scientific Reports 6: 1-12.
- Bradbury, C., Roberge, M.M., et Minns, C.K. 1999. Life History Characteristics of Freshwater Fishes Occurring in Newfoundland and Labrador, with Major Emphasis on Lake Habitat Characteristics. Rapp. manus. can. sci. halieut. 2485: vi + 150 p.
- Buchanan, R.A., Scruton, D.A., Anderson, T. 1989. A technical manual for small stream improvement and enhancement in Newfoundland and Labrador. Canada-Newfoundland Inshore Fisheries Development Agreement, St. John's, NL. 107 p. + annexes.
- Calkins, D.J. 1989. Winter habitats of Atlantic salmon, brook trout, brown trout and rainbow trout : a literature review. Special Report 8934, US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, NH. 11 p.
- Clarke, K.D., Scruton, D.A., Pennell, C.J., et Cote, D. 2001. A scientific evaluation of two habitat improvement projects for Atlantic salmon (*Salmo salar*) conducted within the Gander River watershed, Newfoundland, Canada. Rapp. manus. can. sci. halieut. n° 2575: v + 16 p.
- Clarke, K.D. et Scruton, D.A. 2003. Seal Cove River revisited: Evaluating the Performance of artificial fluvial salmonid habitat a decade after construction.
- Clay, C.H. 1961. Design of fishways and other fish facilities. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa. 301 p.
- Conestoga-Rovers & Associates. 2015. The Office of Climate Change and Energy Efficiency, Government of Newfoundland and Labrador. Intensity-Duration-Frequency Curve Update for Newfoundland and Labrador. Consulté à l'adresse : <https://www.gov.nl.ca/ecc/files/publications-idf-curve-2015.pdf>.

12.0 Bibliographie

- Department of Transportation and Infrastructure. 2022. Division 6 – Specifications for Protection, Gov. Newfoundland and Labrador. 4 p. Accessible à l'adresse : <https://www.gov.nl.ca/ti/files/Division-6-Combined.pdf>
- Duncan, S.L. 1984. Leaving it to beaver. *Environment* 26(3):41-45
- Everest, F.H., Sedell, J.R., Reeves, G.H., et Bryant, M.D. 1991. Planning and evaluating habitat projects for anadromous salmonids. *Am Fish. Soc. Symp.* 10:68-77.
- Erwin, K. L. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and management*, 17(1), 71-84.
- Fausch, K.D. et Northcote, T.G. 1992. Large Woody Debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques.* 49:682-693.
- FISRWG. 10/1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. By The Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG) (15 agences fédérales du gouv. américain). GPO Item No. 0120-A; SuDocs No. A 57.6/2:EN3/PT.653. ISBN-0-934213-59-3.
- Frissel, C.A. et Nawa, R.K. 1992. Incidence and causes of physical failure of artificial habitat structures in streams of western Oregon and Washington. *N. Am. J. Fish. Manage.* 122:182-197.
- Gosse, M.M., Power, A.S., Hyslop, D.E. et Pierce, S.L. 1998. Guidelines for Protection of Freshwater Fish Habitat in Newfoundland and Labrador. 113 p.
- Harshbarger, T.J. 1975. Factors affecting regional trout stream productivity. Dans : Proceedings, South-eastern Trout Resource: Ecology and Management Symposium. U.S. Department of Agriculture, South-eastern Forest Experiment Station, Asheville, North Carolina, p. 11-27.
- Hulbert, P.J. 1986. Longevity and maintenance requirements of stream improvement structures in New York waters. Dans : J.G. Miller, J.A. Arwayand, R.F. Carline (dir.). Fifth Trout Stream Habitat Improvement Workshop, Lock Haven University, Lock Haven, Penn. Sponsored by Amer. Fish. Soc., Penn. Fish Comm., Sport Fishery Research Found., Trout Unlimited, et U.S. Forest Service.
- Hunt, R.L. 1976. A long-term evaluation of trout habitat development and its relation to improving management-oriented research. *Trans Am. Fish. Soc.* 105:361-364.
- Hunt, R.L. 1988. A compendium of 45 trout stream habitat development evaluations in Wisconsin during 1953-1985. *Wisc. Dept. Nat. Res. Tech. Bull.* 162:81pp.
- Indian Bay Ecosystem Corporation. 2015. Native Plants of Newfoundland and Labrador. Extrait du site : <https://indianbayecosystem.files.wordpress.com/2015/10/photos-characteristics-of-common-nl-plants.pdf>.
- Katopodis, C. 1992. Introduction to Fishway Design. Institut des eaux douces, région du Centre et de l'Arctique, ministère des Pêches et des Océans, 501 University Crescent, Winnipeg (Manitoba).
- Keeley, E.R. et Slaney, P.A. 1996. Quantitative measures of rearing and spawning habitat characteristics for stream-dwelling salmonids: guidelines for habitat restoration. Province de la Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et ministère des Forêts. Watershed Restoration Project Report No. 4.
- Keeley, E.R., Slaney, P.A., Zaldokas, D. 1996. Estimates of production benefits for salmonid fishes from stream restoration initiatives.

12.0 Bibliographie

- Kemp, P.S., Worthington, T.A., Langford, T.E.L., Tree, A.R.J. et Gaywood, M.J. 2012. Qualitative and quantitative effects of reintroduced beavers on stream fish. *Fish and Fisheries* 13(2):158-181.
- Loi sur les pêches* (Lois révisées du Canada [1985, ch. F-14]. Consulté à l'adresse <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/f-14/>.
- Mills, L.S., Soulé, M.E. et Doak, D.F. 1993. The keystone-species concept in ecology and conservation. *BioScience* 43(4):219-224.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario et Watershed Science Center. 2002. Adaptive Management of Stream Corridors in Ontario: Natural Hazards Technical Guides. Université Trent, Watershed Science Center.
- Montgomery, D.M., Buffington, J.M., Smith R.D., Schmidt, K.M. et Pess, G. 1995 Pool Spacing in Forest Channels. *Water Resources Research*. Vol. 31. No. 4. Pages 1097-1105. Avril 1995.
- MPO. 2019. Énoncé de politique sur la protection du poisson et de son habitat.
- Mulholland, P. J., Best, G. R., Coutant, C. C., Hornberger, G. M., Meyer, J. L., Robinson, P. J., ... et Wetzel, R. G. (1997). Effects of climate change on freshwater ecosystems of the south-eastern United States and the Gulf Coast of Mexico. *Hydrological Processes*, 11(8), 949-970.
- Naiman, R.J., Melillo, J.M. et Hobbie, J.E. 1986. Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*). *The Ecological Society of America* 67(5):1254-1269.
- Newbury, R.W. et Gaboury, M.C. 1993. *Stream Analysis and Fish Habitat Design: A Field Manual*. Newbury Hydraulics Ltd. Colombie-Britannique, Canada.
- O'Connell, M.F. et Dempson, J.B. 2002. The biology of arctic charr, *Salvelinus alpinus*, of Gander Lake, a large, deep, oligotrophic lake in Newfoundland, Canada. *Environmental Biology of Fishes* 64:115-126.
- Pêches et Océans Canada, C.-B., KWL et DBL. 1980. Stream enhancement guide. Pêches et Océans Canada, ministère de l'Environnement, Province de la Colombie-Britannique, Kerr Wood Leidal Associates Ltd. et D.B. Lister and Associates Ltd. 82+ p.
- Pêches et Océans Canada. 1988a. A guide for fish habitat improvement. Pêches et Océans Canada, Centre des pêches du Golfe, Moncton (N.-B). 104 p.
- Pêches et Océans Canada. 2006. Ecological restoration of degraded aquatic habitats: a watershed approach. Direction des océans et des sciences, région du Golfe. ISBN: 0-662-42818-8. 180 p. FISRWG (10/1998).
- Pêches et Océans Canada. 2022. Pratiques exemplaires de gestion pour la protection de l'habitat des poissons d'eau douce à Terre-Neuve-et-Labrador. St. John's (T.-N.-L.), vi + 95 p.
- Pollock, M.M., Pess, G.R., Beechie, T.J. et Montgomery, D.R. 2004. The importance of beaver ponds to coho salmon production in the Stillaguamish River Basin, Washington, USA. *North American Journal of Fisheries Management* 24(3):749-760.
- Raleigh, R.F. 1982. Habitat Suitability Index Models: Brook Trout. U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/10.24.
- Raleigh, R.F., Zuckerman, L.D. et Nelson, P.C. 1986. Habitat Suitability Index Models And Instream Flow Suitability Curves: Brown Trout, Revised. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(10.124). 65 p.

12.0 Bibliographie

- Reeves, G.H., Everest, F.H. et Sedell, J.R. 1991. Responses of anadromous salmonids to habitat modification: how do we measure them? *Am. Fish. Soc. Symp.* 10:62-67.
- Roni, P., Beechie, T.J., Bilby, R.E., Leonetti, F.E., Pollock, M.M. et Pess G.R. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwest watersheds. *North American Journal of Fisheries Management* 22(1):1-20.
- Rosell, F., Bozsér, O., Collen, P. et Parker, H. 2005. Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review* 35(3-4):248-276
- Scott, W.B. et Crossman, E.J. 1998. *Freshwater Fishes of Canada*. Galt House Publications Ltd.
- Seavy, N. E., Gardali, T., Golet, G. H., Griggs, F. T., Howell, C. A., Kelsey, R., ... et Weigand, J. F. (2009). Why climate change makes riparian restoration more important than ever: recommendations for practice and research. *Ecological Restoration*, 27(3), 330-338.
- Scruton, D.A. 1996. Evaluation of the construction of artificial fluvial salmonid habitat in a habitat compensation project, Newfoundland, Canada. *Regulated Rivers: Research and Management*, 12:171-183.
- Scruton, D.A., Clarke, K.D., Anderson, T.C., Hodinott, A. 1996. A decade of salmonid habitat improvement in Newfoundland, Canada: What have we learned? *International Council for the Exploration of the Sea, 1996 Annual Science Conference, ICES C.M. 1996/T17, Theme Session T*.
- Scruton, D.A., Clarke, K.D., Anderson, T.C., Hodinott, A.S., van Zyll DeJong, M.C. et Houston, K.A. 1997. Evaluation of habitat improvement and restoration initiatives for salmonids in Newfoundland, Canada. *Rapp. manus. can. sci. halieut. n° 2413*
- The Rooms Provincial Museum. 2012. *A Digital Flora of Newfoundland and Labrador Vascular Plants. A Digital Natural History of Newfoundland and Labrador.*
<http://www.digitalnaturalhistory.com/flora.htm>.
- Thompson, S., Vehkaoja, M., Pellikka, J. et Nummi P. 2020. Ecosystem services provided by beavers *Castor spp.*. *Mammal Review* 51(1):25-39.
- Thorn, W.C. 1988. Brown trout habitat use in southeastern Minnesota and its relationship to habitat improvement. *Minn. Dept. Nat. Res., Div. Fish Wildl. Investig. Rep. No. 395.* 28 p.
- Université Memorial de Terre-Neuve. 2021. Gardening Information: Gardening with Natives. Consulté sur le site Web du Jardin botanique à l'adresse :
<https://www.mun.ca/botgarden/learn/gardeninginformation.php#natives>.
- Vannote, R.L. et Sweeney, B.W. 1980. Geographic analysis of thermal equilibria: a conceptual model for evaluating the effect of natural and modified thermal regimes on aquatic insect communities. *The American Naturalist* 115(5):667-695.
- Wathen, G., Allgeier, J.E., Bouwes, N., Pollock, M.M., Schindler, D.E. et Jordan, C.E. 2019. Beaver activity increases habitat complexity and spatial partitioning by steelhead trout. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques.* 76(5):1086-1095.
- Wentworth, C.K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology* 30(5): 377–392.

12.0 Bibliographie



Wetzel, R.G. 1975. Limnology. W.B. Saunders Co., Philadelphie. 743 p.

Annexe A

Tableau A-1. Espèces végétales indigènes de Terre-Neuve (informations tirées du tableau extrait du site Web du Jardin botanique de l'Université Memorial de Terre-Neuve [2021], ainsi que du site Web de l'Indian Bay Ecosystem Corporation [2005]).

Type de plante	Nom scientifique
Arbres	
Épinette blanche	<i>Picea glauca</i>
Épinette noire	<i>Picea mariana</i>
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i>
Pin rouge	<i>Pinus resinosa</i>
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i>
Érable rouge	<i>Acer rubrum</i>
Érable à épis	<i>Acer spicatum</i>
Bouleau gris (bouleau à papier)	<i>Betula papyrifera</i>
Bouleau jaune	<i>Betula alleghaniensis</i>
Cerisier de Virginie	<i>Prunus virginiana</i>
Sorbier d'Amérique (sorbier monticole)	<i>Sorbus americana/decora</i>
Arbustes	
Raisin d'ours	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
Myrique de Pennsylvanie	<i>Myrica pensylvanica</i>
Quatre-temps	<i>Cornus canadensis</i>
Cornouiller stolonifère	<i>Cornus sericea</i>
Cornouiller pagode	<i>Cornus alternifolia</i>
Genévrier commun	<i>Juniperus communis</i>
Genévrier horizontal	<i>Juniperus horizontalis</i>
Aronie à feuille de prunier	<i>Aronia floribunda</i>
Rosier de Virginie/rosier arctique	<i>Rosa virginiana/acicularis</i>
Dièreville chèvrefeuille	<i>Diervilla lonicera</i>
Rhododendron du Canada	<i>Rhododendron canadense</i>
Viorne trilobée	<i>Viburnum trilobum</i>
Viorne cassinoïde	<i>Viburnum cassinoides</i>
Houx verticillé	<i>Ilex verticillata</i>
Amélanchier à feuilles d'aulne	<i>Amelanchier</i>
Sureau pubescent	<i>Sambucus pubens/racemosa</i>
Bouleau glanduleux/bouleau de Michaux	<i>Betula pumila/michauxii</i>
Genévrier horizontal 'Wiltonii'/genévrier rampant	<i>Juniperus horizontalis 'Wiltonii'</i>

Annexe A

Aulne rugueux	<i>Alnus incana</i>
Framboise sauvage	<i>Rubus idaeus</i>
Viorne comestible	<i>Viburnum edule</i>
Bleuet à feuilles étroites	<i>Vaccinium angustifolium</i>
Bleuet 'Northland'	<i>Vaccinium corymbosum</i>
Amélanchier du Canada	<i>Amelanchier canadensis</i>
Spirée blanche	<i>Spiraea alba var. latifolia</i>
Camarine noire	<i>Empetrum nigrum</i>
If du Canada	<i>Taxus canadensis</i>
Myrique baumier	<i>Myrica gale</i>
Gaillardet	<i>Galium aparine</i>
Fougères	
Adiante du Canada	<i>Adiantum aleuticum</i>
Athyrie fougère-femelle	<i>Athyrium filix-femina</i>
Dryoptère	<i>Dryopteris species</i>
Matteucie fougère-à-l'autruche	<i>Matteucica struthiopteris</i>
Osmonde cannelle	<i>Osmunda cinnamomea</i>
Osmonde royale	<i>Osmunda regalis</i>
Phéoptère du hêtre	<i>Phegopteris connectilis</i>
Fougère-houx	<i>Polystichum braunii</i>
Thélyptère de New York	<i>Thelypteris noveboracensis</i>
Vivaces	
Eupatoire maculée	<i>Eutrochium maculatum</i>
Sanguisorbe du Canada	<i>Sanguisorba canadensis</i>
Iris versicolore	<i>Iris versicolor</i>
Populage des marais	<i>Caltha palustris</i>
Verge d'or (rugueuse)	<i>Solidago species (rugosa)</i>
Aster (ponceau)	<i>Symphyotrichum species (puniceum)</i>
Pigamon	<i>Thalictrum pubescens</i>
Fraise sauvage	<i>Fragaria vesca</i>
Petit thé	<i>Gaultheria hispidula</i>
Ombre	
Clintonie boréale	<i>Clintonia borealis</i>
Muguet boréal	<i>Maianthemum canadense</i>
Streptope	<i>Streptopus species</i>
Actée rouge	<i>Actaea rubra</i>
Smilacine étoilée	<i>Maianthemum stellatum</i>

Alpines	
Antennaires	<i>Antennaria species</i>
Érigéron à feuilles d'hysope	<i>Erigeron hyssopifolius</i>
Violettes	<i>Viola species</i>
Séneçon baumier	<i>Packera pauperculus</i>
Verge d'or hispide	<i>Solidago hispida/multiradiata</i>
Campanule à feuilles rondes	<i>Campanula rotundifolia</i>
Iris de Hooker	<i>Iris hookeri</i>
Orpin rose	<i>Rhodiola rosea</i>
Bermudienne à feuilles étroites	<i>Sisyrinchium angustifolium</i>
Potentille de Crantz	<i>Potentilla crantzii</i>
Saxifrage en panicules	<i>Saxifraga paniculata</i>
Plantes non indigènes communes	
Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>
Tussilage	<i>Tussilago farfara</i>
Renouée du Japon	<i>Fallopia japonica</i>
Millepertuis commun	<i>Hypericum perforatum</i>
Salicaire pourpre	<i>Lythrum salicaria</i>

Espèces de graminées

Espèces de graminées (famille des Poacea) indigènes à Terre-Neuve-et-Labrador (informations tirées du tableau extrait du site Web A Digital Flora of Newfoundland and Labrador Vascular Plants (musée provincial The Rooms. 2012)) :

- *Agrostis capillaris*
- *Agrostis scabra*
- *Agrostis stolonifera*
- *Alopecurus pratensis*
- *Ammophila breviligulata*
- *Anthoxanthum nitans subsp. Nitans*
- *Anthoxanthum odoratum*
- *Arctopoa eminens*
- *Avena sativa*
- *Brachyelytrum aristosum*
- *Bromus ciliatus*
- *Bromus inermis*

Annexe A

- *Calamagrostis canadensis*
- *Calamagrostis cf. canadensis*
- *Calamagrostis pickeringii*
- *Cinna latifolia*
- *Cynosurus cristatus*
- *Dactylis glomerata*
- *Dichanthelium boreale*
- *Elymus repens*
- *Elymus virginicus var. virginicus*
- *Festuca brachyphylla subsp. Brachyphylla*
- *Festuca frederikseniae*
- *Festuca prolifera var. prolifera*
- *Glyceria canadensis var. canadensis*
- *Glyceria fluitans*
- *Glyceria maxima*
- *Glyceria striata*
- *Leymus mollis subsp. Mollis*
- *Lolium multiflorum*
- *Oryzopsis asperifolia*
- *Panicum miliaceum subsp. Miliaceum*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phleum alpinum*
- *Phleum pratense subsp. Pratense*
- *Phragmites australis subsp. Australis*
- *Poa alpina subsp. Alpina*
- *Poa pratensis subsp. Alpigena*
- *Setaria viridis var. viridis*
- *Spartina alterniflora*
- *Spartina patens*
- *Spartina pectinata*
- *Trisetum spicatum*

Coordonnées

Bureau régional : Programme de protection du poisson et de son habitat

Pêches et Océans Canada
80, chemin East White Hills
Case postale 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Téléphone : 709-772-4140

Courriel : DFO.NLFFHPP-PPPHTNL.MPO@dfo-mpo.gc.ca

Bureau régional : Délivrance de permis

Pêches et Océans Canada
80, chemin East White Hills
Case postale 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Courriel : NL-TN.Licensing@dfo-mpo.gc.ca



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada